

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-250775

(43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.Cl.

G06F 11/22  
// G05B 23/02

(21)Application number : 11-052865

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 01.03.1999

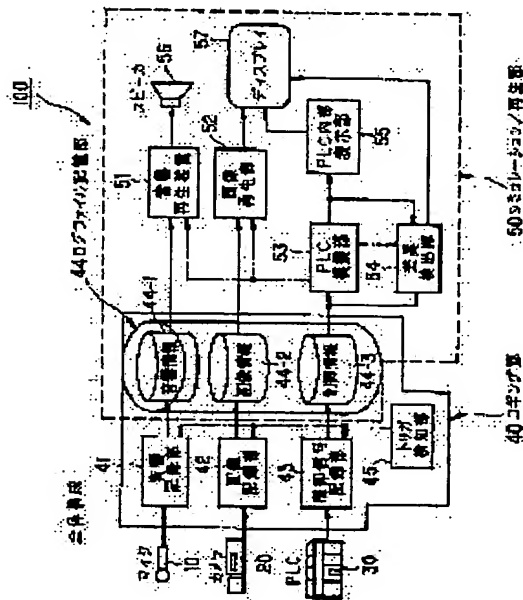
(72)Inventor : IIDA TOYOO  
ISHIZAWA TOMOKI  
KAWAKAMI YUKIHIRO

## (54) TROUBLE ANALYSIS SUPPORTING DEVICE AND SIMULATION SYSTEM

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily judge whether a logic circuit is established or not and to confirm a non-recorded relay state in a PLC as well by simultaneously and synchronously confirming conditions before and after the trouble of a facility as input/output information and PLC control information.

**SOLUTION:** A control signal recording part 43 fetches the input/output contact information of a PLC 30 controlling a production facility and records this information in an internal ring buffer and when the signal of trigger detection is received from a trigger detecting part 45, according to designated conditions, a control information log file is outputted to a log file storage part 44. A PLC simulating part 53 simulates the operation of the PLC 30 with the value of an input contact as input and determines the value of an output contact. A differential detecting part 54 compares the value of the output contact of the PLC 30 stored in a control information log file storage part 44-3 with the value of the output contact of the PLC simulating part 53 and detects the difference. An internal PLC display part 55 displays the internal information of the simulated PLC 30 on a display 57 in the format of IEC1131 language.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-250775  
(P2000-250775A)

(43)公開日 平成12年9月14日(2000.9.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 6 F 11/22	3 6 0	G 0 6 F 11/22	3 6 0 B 5 B 0 4 8
// G 0 5 B 23/02		G 0 5 B 23/02	3 6 0 E 5 H 2 2 3
			E

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 31 頁)

(21)出願番号 特願平11-52865

(22)出願日 平成11年3月1日(1999.3.1)

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72)発明者 飯田 豊男

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 石沢 智樹

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

(74)代理人 100069431

弁理士 和田 成則

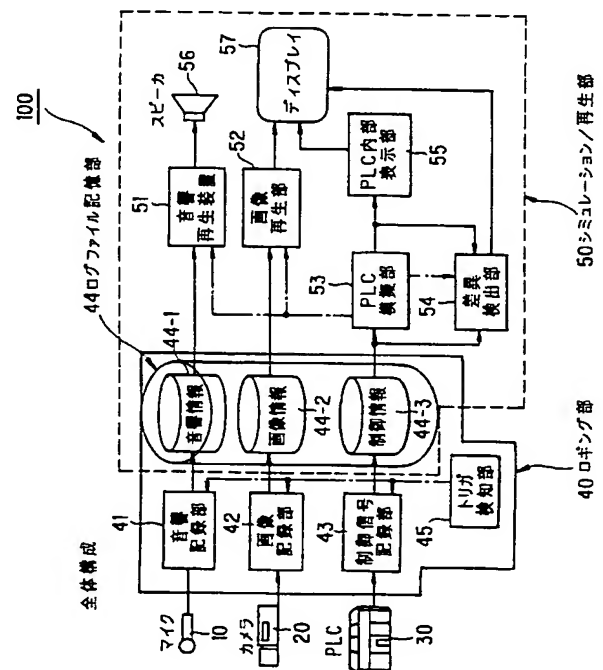
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トラブル解析支援装置及びシミュレーション装置

(57)【要約】

【課題】 シーケンス制御設備のトラブルの解析を容易にかつ確実に行うことのできるようにしたトラブル解析支援装置を提供する。

【解決手段】 設備ログの記録結果と、それを入力した設備シミュレーションにより、設備のトラブル分析および制御プログラム最適化を支援する。また、記録トリガ信号生成機構を内蔵することにより、広範囲な設備トラブル分析支援に対応できるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シーケンス制御装置により制御される設備のトラブル解析を支援するトラブル解析支援装置において、

前記設備を制御するシーケンス制御装置の入出力情報を記録する制御情報記録手段と、

前記制御情報記録手段で記録した情報を基に前記設備を制御するシーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、

前記模擬手段の内部状態を出力する出力手段と、

を具備することを特徴とするトラブル解析支援装置。

【請求項 2】 シーケンス制御装置により制御される設備のトラブル解析を支援するトラブル解析支援装置において、

前記設備を制御するシーケンス制御装置の入出力情報を記録する制御情報記録手段と、

前記制御情報記録手段で記録した情報を基に前記設備を制御するシーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、

前記模擬手段の内部状態を出力する出力手段と、

前記模擬手段のシミュレーション結果と実記録結果の差異を検出する差異検出手段と、

を具備することを特徴とするトラブル解析支援装置。

【請求項 3】 シーケンス制御装置により制御される設備のトラブル解析を支援するトラブル解析支援装置において、

前記設備の制御情報の履歴を記録する制御情報記録手段と、

前記制御情報記録手段で記録した情報を基に前記設備を制御するシーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、

前記模擬手段のシミュレーション結果と正常動作時の状態を比較し、正常、異常を判別する判別手段と、

各種異常時の要因と補正により排除する手順に関連させるデータベースと、

前記データベースの異常要因排除手段に従って制御信号を出力する制御信号出力手段と、

を具備することを特徴とするトラブル解析支援装置。

【請求項 4】 シーケンス制御装置により制御される設備のトラブル解析を支援するトラブル解析支援装置において、

前記設備の状態を画像または稼動音で記録する状態記録手段と、

前記設備を制御するシーケンス制御装置の入出力情報を記録し、前記シーケンス制御装置のスキャンタイムの整数倍毎に、前記状態記録手段に対して同期信号を出力する制御情報記録手段と、

前記制御情報記録手段で記録した情報を基に前記設備を制御するシーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、

前記模擬手段のシミュレーション結果と実記録結果の差異を検出する差異検出手段と、を有することを特徴とするシミュレーション装置。

を具備することを特徴とするトラブル解析支援装置。

【請求項 5】 シーケンス制御装置により制御される設備の状態を画像及び音響で記録するロギング装置に接続されるシミュレーション装置であって、

上記記録された画像及び音響データを再生するデータ再生手段と、

上記シーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、

上記データ再生手段で再生された再生結果と上記模擬手段のシミュレーション結果との差異を検出する差異検出手段と、を有することを特徴とするシミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、PLC（プログラマブルロジックコントローラ）を利用したシーケンス制御装置により制御されている設備のトラブル解析を支援するトラブル解析支援装置及びシミュレーション装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、PLCを利用したシーケンス制御設備のトラブルを解析する手法としては、

1) 設備稼動状況をビデオカメラで撮像し、トラブル発生後にこのビデオカメラで撮像した画像情報を見ることによりシーケンス制御設備のトラブルを解析する

2) PLCの入出力接点をタイミングチャートとして記録し、トラブル発生後にこのタイミングチャートに基づきシーケンス制御設備のトラブルを解析する

3) 稼動中のPLC制御情報を記録し、これを制御設備の模擬装置に入力して再生すると同時に、そのときの設備の状況を画像や音響情報として捉えて模擬装置再生時に一緒に再生することでシーケンス制御設備のトラブルを解析する

4) 設備の画像、音響および制御情報を記録し、これらをトラブル時にタイムスタンプを基に再生することによりシーケンス制御設備のトラブルを解析する等が知られている。

【0003】また、設備運転パラメータの自動決定の方式として、

5) 製造設備の過去の処理内容と処理開始前の内部状態からリアルタイムに設備運転パラメータの自動決定を行う方式

6) また、レシピ情報については、シミュレーションによる最適化の方式等が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、1) のビデオカメラで撮像した画像情報を用いる手法においては、トラブル発生箇所までビデオカメラによる撮像を続けなければならない等の煩雑な処理が必要であり、また、この手法においては外部的な設備の情報しか得ることができ

ないという問題がある。

【0005】また、2)のタイミングチャートを用いる手法においては、

a) タイミングチャート表示であるため、ラダーシーケンスの論理回路との対応が付けにくく、情報が非常に読みにくい

b) PLCの外部に接続している信号しか記録しないため、制御に利用している内部接点の状態がわからない

c) 入力に対する出力の正当性をいちいちIEC1131言語(ラダー、SFC等)を読みながら机上で確認する必要がある等の問題がある。

【0006】また、3)の手法においては、ロギング対象の制御設備が必ずしもロギングを開始するための適切なトリガ信号を保有しているとは限らず、その場合は、記録トリガ信号を得るためだけに別途データ収集や加工する装置を用意する必要があったり、あるいはそのための処理プログラムを開発する必要がある等の問題がある。

【0007】例えば、PLC制御装置は、設備が停止したことを検知し、その情報を記録装置に出力するためのラダープログラムの追加と出力接点が必要になる。さらには、プログラムも接点もぎりぎりの容量で設計されていることが多く、追加する余地がないという別の問題も生じる。

【0008】また、4)の手法においては、

1) 各記録装置の時計情報のずれによる同期はずれが発生する

2) 画像と制御データが真に同期している箇所が不明確である

3) スローステップやステップ実行時に制御データと画像との対応が全くとれない

等の問題がある。

【0009】また、5)の手法においては、過去の処理内容と処理開始前の内部状態のデータの蓄積が必要であり、システムによってはデータが膨大となる可能性があるという問題がある。

【0010】また、6)の手法においては、製造システムの稼働率向上については、レシピの最適化だけではなく、部品や配送部を含めた対応が必要となるという問題がある。

【0011】そこで、この発明は、シーケンス制御設備のトラブルの解析を容易にかつ確実に行うことができるようにしたトラブル解析支援装置を提供することを目的とする。

【0012】また、この発明は、記録対象の設備を制御する制御装置側に負担をかけずに適切な記録トリガ信号を自身で生成できるようにしたトラブル解析支援装置を提供することを目的とする。

【0013】また、この発明は、設備稼働中に不具合要

因を排除することにより設備停止を減少させ、生産性を向上させることのできるトラブル解析支援装置を提供することを目的とする。

【0014】また、この発明は、制御情報と画像情報および音響情報と記録の同期をはかることができ、同期再生が可能なトラブル解析支援装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の発明は、シーケンス制御装置により制御される設備のトラブル解析を支援するトラブル解析支援装置において、前記設備を制御するシーケンス制御装置の入出力情報を記録する制御情報記録手段と、前記制御情報記録手段で記録した情報を基に前記設備を制御するシーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、前記模擬手段の内部状態を出力する出力手段と、を具備することを特徴とする。

【0016】このような構成によると、設備のトラブル前後の状況を、入出力情報、PLC制御情報として同時にかつ同期して確認でき、また、PLCの制御情報は、IEC1131言語、すなわちラダー等として確認することができるため、論理回路の成立／不成立が容易に判断できる。また、記録していないPLC内部のリレー状態も確認することができ、その結果設備のトラブル解析が非常に容易になる。

【0017】また、請求項2の発明は、シーケンス制御装置により制御される設備のトラブル解析を支援するトラブル解析支援装置において、前記設備を制御するシーケンス制御装置の入出力情報を記録する制御情報記録手段と、前記制御情報記録手段で記録した情報を基に前記設備を制御するシーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、前記模擬手段の内部状態を出力する出力手段と、前記模擬手段のシミュレーション結果と実記録結果の差異を検出する差異検出手段と、を具備することを特徴とする。

【0018】このような構成によると、設備制御装置側に負担をかけることなく、記録条件を任意に設定でき、また、複数の要因を組み合わせ任意の記録条件を設定できる。

【0019】また、請求項3記載の発明は、シーケンス制御装置により制御される設備のトラブル解析を支援するトラブル解析支援装置において、前記設備の制御情報の履歴を記録する制御情報記録手段と、前記制御情報記録手段で記録した情報を基に前記設備を制御するシーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、前記模擬手段のシミュレーション結果と正常動作時の状態を比較し、正常、異常を判別する判別手段と、各種異常時の要因と補正により排除する手順を関連させるデータベースと、前記データベースの異常要因排除手段に従って制御信号を出力する制御信号出力手段と、を具備するこ

とを特徴とする。

【0020】上記構成によると、保持データの削減と製造システム全体における不都合を防止し、稼働効率の向上を図ることができる。

【0021】また、請求項4記載の発明は、シーケンス制御装置により制御される設備のトラブル解析を支援するトラブル解析支援装置において、前記設備の状態を画像または稼働音で記録する状態記録手段と、前記設備を制御するシーケンス制御装置の入出力情報を記録し、前記シーケンス制御装置のスキャンタイムの整数倍毎に、前記状態記録手段に対して同期信号を出力する制御情報記録手段と、前記制御情報記録手段で記録した情報を基に前記設備を制御するシーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、を具備することを特徴とする。

【0022】このような構成によると、制御情報と画像情報の同期ずれをなくことができ、正確な情報に基づく設備トラブル解析が可能になる。また、スロー/ステップ再生でも、データが同期している箇所を明確に知ることができる。

【0023】また、請求項5記載の発明は、シーケンス制御装置により制御される設備の状態を画像及び音響で記録するロギング装置に接続されるシミュレーション装置であって、上記記録された画像及び音響データを再生するデータ再生手段と、上記シーケンス制御装置をシミュレーションする模擬手段と、上記データ再生手段で再生された再生結果と上記模擬手段のシミュレーション結果との差異を検出する差異検出手段と、を有することを特徴とする。

【0024】このような構成によると、シミュレーション結果と実記録結果の差異を検出でき、設備のトラブル解析が容易となる。

【0025】

【発明の実施の形態】この発明によれば、設備ロガーの記録結果と、それを入力した設備シミュレーションにより、設備のトラブル分析および制御プログラム最適化を支援する。また、記録トリガ信号生成機構を内蔵することにより、広範囲な設備トラブル分析支援に対応できるように構成される。

【0026】図1は、この発明に係わるトラブル解析支援装置の第1の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【0027】図1において、この第1の実施の形態のトラブル解析支援装置100は、大別してロギング部40とシミュレーション/再生部50とから構成される。

【0028】ロギング部40は、マイクロフォン10により集音した製造設備の音響信号、カメラ20により撮像した製造設備の画像信号、PLC30から出力される製造設備の制御信号に基づき、製造設備の画像情報、音響信号、制御情報のログファイルを作成するもので、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43、

ログファイル記憶部44、トリガ検出部45を具備して構成される。

【0029】ここで、音響記録部41は、マイクロフォン10により集音した製造設備の音響信号を取り込み、これをPCM等によりデジタル化して図示しない内部のリングバッファに記録する。この音響記録部41は、後に詳述するトリガ検出部45からトリガ検知の信号を受けると、指定された条件に従って、音響情報ログファイルをログファイル記憶部44に出力する。ここで、この音響記録部41は、上述したようにリングバッファを有しているため、過去の音響信号の記録管理が可能である。

【0030】画像記録部42は、カメラ(CCDカメラ)20により撮像した製造設備の画像信号を取り込み、これをJPEG等によりデジタル化して図示しない内部のリングバッファに記録する。この画像記録部42は、後に詳述するトリガ検出部45からトリガ検知の信号を受けると、指定された条件に従って、画像情報ログファイルをログファイル記憶部44に出力する。ここで、この画像記録部42は、上述したようにリングバッファを有しているため、過去の画像信号の記録管理が可能である。

【0031】制御信号記録部43は、製造設備を制御しているPLC30の入出力接点情報(IO情報)を取り込み、これを図示しない内部のリングバッファに記録する。この制御信号記録部43は、後に詳述するトリガ検出部45からトリガ検知の信号を受けると、指定された条件に従って、制御情報ログファイルをログファイル記憶部44に出力する。ここで、この制御信号記録部43は、上述したようにリングバッファを有しているため、過去の制御信号の記録管理が可能である。

【0032】ログファイル記憶部44は、音響情報ログファイル記憶部44-1、画像情報ログファイル記憶部44-2、制御情報ログファイル記憶部44-3を有している。

【0033】ここで、音響情報ログファイル記憶部44-1に記憶される音響情報ログファイルは、マイクロフォン10から取り込まれ、デジタル化された音響情報が指定された記録条件で格納されているファイルである。

【0034】また、画像情報ログファイル記憶部44-2に記憶される画像情報ログファイルは、カメラ20から取り込まれたデジタル化された画像情報が指定された記録条件で格納されているファイルである。

【0035】また、制御情報ログファイル記憶部44-3に記憶される制御情報ログファイルは、PLC30から取り込まれたデジタル化された制御情報(入出力接点情報)が指定された記録条件で格納されているファイルである。

【0036】トリガ検出部45は、ロギングの記録開始トリガの検知を行う。ここで、トリガ入力として、PL

C30のIO若しくはDMが指定されている場合、制御信号記録部43のリングバッファを監視し、指定されているIO若しくはDMの変化を検知すると、音響記録部41および画像記録部42に対してトリガ検知を通知する。

【0037】シミュレーション／再生部50は、音響再生装置51、画像再生部52、PLC模擬部53、差異検出部54、PLC内部表示部55、スピーカ56、ディスプレイ57を具備して構成される。

【0038】ここで、音響再生装置51は、音響情報ログファイル記憶部44-1に記憶される音響情報ログファイルの音響データをスピーカ56に出力する。

【0039】また、画像再生部52は、画像情報ログファイル記憶部44-2に記憶される画像情報ログファイルの画像データをディスプレイ57に出力する。

【0040】PLC模擬部53は、記録対象であるPLC30と同じプログラムを読み込み、入力接点の値を入力として、PLC30の動作をシミュレーションし、出力接点の値を確定する。

【0041】差異検出部54は、制御情報ログファイル記憶部44-3に記憶される制御情報ログファイルのPLC30の出力接点の値とPLC模擬部53がシミュレーションした結果の出力接点の値とを比較し、その差異を検出する。

【0042】PLC内部表示部55は、PLC模擬部53によってシミュレーションしたPLC30の内部情報をIEC1131言語形式でディスプレイ57に表示する。この実施の形態においては、PLC模擬部53によってシミュレーションしたPLC30の内部情報をラダー形式でディスプレイ57に表示する。

【0043】図2は、図1に示した第1の実施の形態のトラブル解析支援装置により表示されるディスプレイ表示イメージの一例を示した図である。

【0044】すなわち、この実施の形態においては、記録した画像情報（動画）、音響情報およびシミュレーション結果の制御信号情報をほぼ同期して確認することができる。この3つの情報を基に設備トラブルの解析を行う。

【0045】ここで、PLC30の内部状態は、保全担当者がわかりやすいように、IEC1131言語で表示する。なお、図2においては、ラダー言語の表示例を示している。

【0046】また、シミュレーション速度を、1/nに設定することにより、肝心な部分をゆっくり確認するようにすることもできる。

【0047】図3は、図1に示した第1の実施の形態のトラブル解析支援装置により表示される差異検出状態のディスプレイ表示イメージの一例を示した図である。

【0048】PLC模擬部53によるシミュレーション結果とロギングした制御信号情報が異なる場合は、図3

に示すように差異情報を表示する。ここで、差異を検出した接点はラダー上で図3に示すように強調表示する。これにより、ノイズや接点のチャタリングなどの原因推定ができる。

【0049】なお、図1に示した構成において、ロギング部40とシミュレーション／再生部50とは、同一装置であってもよく、また、物理的に離れた装置として実現されてもよい。例えば、ロギング部40とシミュレーション／再生部50との間がネットワークで接続されていてもよい。

【0050】この場合、ロギング部40とシミュレーション／再生部50を同一装置で構成する場合は請求項1の構成となり、例えばパソコンとソフトウェアで構成できる。また、ロギング部40とシミュレーション／再生部50を分離して構成した場合は、ロギング部40を記録用コンポ、シミュレーション／再生部50をパソコンとソフトウェアで構成でき、シミュレーション／再生部50をパソコンとソフトウェアで構成した場合、請求項5の構成となる。

【0051】また、音響情報ログファイルおよび画像情報ログファイルおよび制御情報ログファイルは1つのログファイルとして構成してもよく、また物理的に異なる複数のログファイルとして構成してもよい。

【0052】また、ロギング部40とシミュレーション／再生部50とが物理的に離れている構成をとる場合に、ログファイルは、ロギング部40にあるように構成してもよく、また、シミュレーション／再生部50にあるように構成してもよい。

【0053】次に、図4乃至図6のフローチャートを参照してこの第1の実施の形態のトラブル解析支援装置の動作を詳細に説明する。

【0054】図4は、図1に示した第1の実施の形態のトラブル解析支援装置による運用および全体動作を示すフローチャートである。

【0055】この第1の実施の形態のトラブル解析支援装置100は、設備にトラブルが発生した際に利用する。図4に示したフローチャートにおいては、トラブル発生からトラブル対策までのロギング部40およびシミュレーション／再生部50の役割を示している。トラブルが発生すると、この発明のトラブル解析支援装置100をトラブルの発生している設備に仕掛ける。その後トラブルの再現を待ち、トラブル前後の設備の状況をロギング部40で記録する。

【0056】図4において、まず、設備トラブルの有無を現場作業員や保全担当者がチェックし、設備トラブル有りか否かを調べる（ステップ101）。ここで、設備トラブルが無いと判断されると（ステップ101でNO）、ステップ101に戻るが、ステップ101において、設備トラブル有りだと判断されると（ステップ101でYES）、このトラブル状態を把握するために、図1

に示したトラブル解析支援装置 100 をトラブルが発生している設備に設置し、データを収集する（ステップ 102）。

【0057】そして、トリガ条件を設定してトラブルの再現を待つ（ステップ 103）。すなわち、ステップ 103 において設備トラブルが再現したか否かを調べ、設備トラブルが再現していない場合は（ステップ 103 で NO）、ステップ 103 に戻るが、ステップ 103 で、設備トラブルが再現したと判断されると（ステップ 103 で YES）、トラブル前後の設備の状態が、画像情報、音響情報、制御情報としてロギング部 40 のログファイル記憶部 44 に記録/保管される（ステップ 104）。

【0058】次に、シミュレーション/再生部 50 でログファイルの再生が実行される（ステップ 105）。なお、このログファイルの再生前にシミュレーション/再生部 50 の PLC 模擬部 53 には、対象設備の PLC 30 にロードされているプログラムがロードされる。

【0059】保全員がログファイルを再生すると、設備の動きおよび PLC プログラムの論理条件の推移、音を

確認することによりトラブル原因を解析する（ステップ 106）。

【0060】そして、上記ログファイルの解析により、トラブル原因が発見できた場合は（ステップ 107 で YES）、ステップ 109 に進み、対象設備に対してトラブル対策を実施し、この処理を終了する。

【0061】また、ステップ 107 で、トラブル原因が発見できない場合は（ステップ 107 で NO）、ステップ 108 に進み、このトラブル解析支援装置 100 の設置場所や、記録するデータを再検討し、再度設置を行う（ステップ 108）。

【0062】図 5 は、図 1 に示した第 1 の実施の形態のトラブル解析支援装置のロギング部の詳細動作を示すフローチャートである。

【0063】ロギング部 40 では、記録対象である設備の画像、音響、制御情報をロギングする。ここで、ロギング部 40 の音響記録部 41、画像記録部 42、制御信号記録部 43 は前述したようにリングバッファを有しているため、過去の情報の記録が可能である。例えば、音響記録部 41、画像記録部 42、制御信号記録部 43 の記録条件において、記録時間 3 分、トリガ後記録時間 1 分を指定した場合、設備がトラブルで停止する前の 2 分とトラブル発生後の 1 分のデータを記憶することができる。

【0064】図 5 において、まず、トリガ条件および記録条件を設定する（ステップ 111）。ここで、トリガ条件は、例えば、PLC 30 の接点 10101 が ON したらトラブルであるというような条件である。また、記録条件は、記録時間 T およびトリガ後記録時間  $t_r$  である。

【0065】次に、音響記録部 41 および画像記録部 42 および制御信号記録部 43 に各データが記録時間 T 分格納できるリングバッファ領域を確保作成する（ステップ 112）。

【0066】音響記録部 41 および画像記録部 42 および制御信号記録部 43 は、各記録レートに合わせてデータを読み込み（ステップ 113）、読み込んだデータをそれぞれのリングバッファへ書き込む（ステップ 114）。

【0067】次に、トリガ検知部 45 がトリガを検知したかを調べる（ステップ 115）。ここで、トリガ検知部 45 がトリガを検知していない場合は（ステップ 115 で NO）、ステップ 113 に戻り、リングバッファへの記録を続行する。

【0068】また、ステップ 115 で、トリガ検知部 45 がトリガを検知したと判断された場合は（ステップ 115 で YES）、トリガ検知後トリガ後記録時間分記録したか、すなわち設定したトリガ後記録時間を経過しているかを確認する（ステップ 116）。ここで、設定したトリガ後記録時間を経過していない場合は（ステップ 116 で NO）、ステップ 117 に進み、音響記録部 41 および画像記録部 42 および制御信号記録部 43 による各記録レートに合わせたデータを読み込み（ステップ 117）、読み込んだデータをそれぞれのリングバッファへ書き込む（ステップ 118）処理を続行し、ステップ 116 に戻る。

【0069】また、ステップ 116 で、設定したトリガ後記録時間を経過したと判断された場合は（ステップ 116 で YES）、ステップ 119 に進み、新規データの読み込みを停止し、リングバッファへのデータ書き込みを停止する。

【0070】その後、音響記録部 41 および画像記録部 42 および制御信号記録部 43 のリングバッファのデータをシーケンシャルファイル形式でログファイル記憶部（情報ファイル）44 に書き込み（ステップ 120）、この処理を終了する。

【0071】ここで、シーケンシャルファイルには、リングバッファ上の最古のデータから最新のデータに並び替えて書き込む。ここで、ログファイルは論理的に 3 分割されていても、物理的に 3 分割されていてもよい。

【0072】なお、リングバッファに読み込まれた各データにはタイムスタンプが付与される。また、初回の制御データ読み込み時には、PLC 30 のタイムスキュンタイムを記録する。

【0073】図 6 は、図 1 に示した第 1 の実施の形態のトラブル解析支援装置のシミュレーション/再生部の詳細動作を示すフローチャートである。

【0074】対象設備のトラブル状況が再現した場合、シミュレーション/再生部 40 で、シミュレーション/再生動作を行うことにより、保全担当者は対象設備のト

ラブルの解析を行う。

【0075】ここで、この実施の形態においては、単にロギングした設備の状態、すなわち、画像情報、音響情報、制御情報のログファイルを再生するのではなく、制御信号のログファイルの入力接点情報を基に、記録対象のシミュレーションを行う。これにより、外部に出力されない内部接点情報も画像、音響データとして同期して確認することができる。これにより、インターロックの不都合などの外部接点だけでは検出できないトラブルを容易に解析することができる。

【0076】図6において、まず、初期化を行う(ステップ121)。この初期化においては、シミュレーションのサイクル数(cycle)および画像更新回数(view)を0に設定する。また、シミュレーションの実行速度を読み込む。ここで、シミュレーションの実行速度は $1/n$ の $n$ が指定できる。つまり、 $1/n$ の速度でシミュレーションを実行できる。また、このとき、PLCにインストールしているIFC1131言語(ここではラダー)のプログラムを読み込む。

【0077】次に、音響、画像、制御情報の各情報のログファイルからデータを読み込む(ステップ122)。ここで、制御情報のログファイルからは、PLC30のI/Oデータおよびスキャンタイムを読み込む。

【0078】次に、制御情報のログファイルの1データを入力として、1スキャン分のシミュレーションを実行し、内部I/Oおよび出力(O)の接点データを出力する。また、cycleを1加算し、ディスプレイ57に表示する(ステップ123)。

【0079】次に、シミュレーションの結果のI/O情報をラダープログラム上に表示する(ステップ124)。ここで、ラダープログラム上では、I/O情報内のONしている接点は、図2に示したように網掛けにより強調表示される。ディスプレイ57上では、スクロールすることによって、全プログラム内のI/O情報を確認することができる。

【0080】次に、シミュレーション結果の出力接点の値と制御情報ログファイルの出力接点の値とを全て比較する(ステップ125)。この比較の結果、シミュレーション結果の出力接点の値と制御情報ログファイルの出力接点の値とに差異がある場合は(ステップ125でNO)、ステップ126に進み、差異が無い場合は(ステップ125でYES)、ステップ128に進む。

【0081】ステップ126では、差異のある接点番号、制御情報ログの接点の値およびシミュレーション結果の接点の値を図3に示したように表示し、ラダープログラム上で差異のある接点を強調表示する。

【0082】そして、この差異を表示した状態で、オペレータにシミュレーションの停止を行うか続行するかを入力させる。ここで、シミュレーションの停止を入力した場合は(ステップ127でNO)、シミュレーション

を終了するが、シミュレーションの継続を入力した場合は(ステップ127でYES)、差異を無視して、シミュレーションを継続させるためにステップ128に進む。

【0083】ステップ128では、シミュレーションがスロー実行、すなわち、シミュレーション速度=1以外になっているかを判断する。ここで、シミュレーション速度=1になっている場合は(ステップ128でYES)、ステップ129に進み、音響データ再生指示を行うが、シミュレーション速度=1になっていない場合は(ステップ128でNO)、音響データの再生は行わずステップ130へ進む。

【0084】ステップ129では、音響再生装置51に1スキャンタイム分の時間の音響データの再生を指示する。ここで、音響再生装置51およびPLC模擬部53は個別に動作する。

【0085】ステップ130では、画像更新タイミングかを調べる。ところで、制御信号記録部43と画像記録部42とではサンプリングタイムが異なる。すなわち、制御信号記録部43はPLC30のスキャンタイム周期で記録し、画像記録部42では30ms毎に記録している。そこで、画像と制御情報とのずれを最小限にするために、ステップ130では、条件

$$INT((cycle * \text{スキャンタイム}) / 30) > (view + 1)$$

が成立したときを画像更新タイミングとして判別するようにしている。

【0086】ステップ130で画像更新タイミングと判別された場合は(ステップ130でYES)、ステップ131に進むが、画像更新タイミングでないと判別された場合は(ステップ130でNO)、ステップ132に進む。

【0087】ステップ131では、viewに1を加算し、画像情報ログのview枚目の画像データをディスプレイ57に表示する。

【0088】また、ステップ132では、シミュレーション速度が1以外であることを確認する。ここで、シミュレーション速度=1でなければ(ステップ132でNO)、スロー実行であるのでステップ133へ進み、シミュレーション速度=1であれば(ステップ132でNO)、ステップ134に進む。

【0089】ステップ133では、シミュレーション速度がスローになっているため、タイマを仕掛けて待つ。

【0090】また、ステップ134では、制御情報ログを全て使用したかを判断する。シミュレーションの入力には制御情報ログの入力接点情報が必要である。このため、全ての制御情報ログを使い切った場合は(ステップ134でYES)、シミュレーションを終了する。

【0091】ステップ134で、全ての制御情報ログを使い切っていないと判断されると(ステップ134でNO)



Ｏ）、次に、連続モードであるかを調べる（ステップ１３５）。ここで、連続モードである場合は（ステップ１３５でＹＥＳ）、ステップ１２３に戻る。

【００９２】また、ステップ１３６で連続モードでないと判断された場合は（ステップ１３６でＮＯ）、ステップ実行モードでユーザの入力を待つ。ユーザ入力があれば次のステップに進む。すなわち、ステップ１３６で、次入力無しと判断された場合は（ステップ１３６でＮＯ）、ステップ１３６に戻るが、次入力有りとして判断された場合は（ステップ１３６でＹＥＳ）、ステップ１２３に戻る。

【００９３】図７は、この発明に係わるトラブル解析支援装置の第２の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【００９４】図７に示す第２の実施の形態のトラブル解析支援装置２００は、トリガ生成部４６が、制御信号記録部４３に記憶された制御信号の他、外部から入力されたセンサ等６０の検出出力および音響記録部４１に記憶された音響情報および画像記録部４２に記憶された画像情報等に基づきトリガ生成部４６によりトリガを生成する、すなわち、ロギングのためのマイクロフォン１０、カメラ２０、ＰＬＣ３０をトリガ生成のために共用するように構成される。

【００９５】すなわち、図１に示した第１の実施の形態のトラブル解析支援装置１００においては、制御信号記録部４３に記憶された制御信号に基づき音響記録部４１および画像記録部４２に対するトリガを検出するように構成しているのに対し、図７に示す第２の実施の形態のトラブル解析支援装置２００においては、トリガ生成部４６が、制御信号記録部４３に記憶された制御信号の他、外部から入力されたセンサ等６０の検出出力および音響記録部４１に記憶された音響情報および画像記録部４２に記憶された画像情報等に基づきトリガを生成しており、この点において第２の実施の形態のトラブル解析支援装置２００は、図１に示した第１の実施の形態のトラブル解析支援装置１００と異なる。他の構成は図１に示した第１の実施の形態のトラブル解析支援装置１００と同様である。

【００９６】そこで、図７の説明においては、図１に示した第１の実施の形態のトラブル解析支援装置１００と同様の機能を果たす部分は、説明の便宜上図１で用いた符号と同一の符号を用いて説明する。

【００９７】図７において、この第２の実施の形態のトラブル解析支援装置２００は、図１に示した第１の実施の形態のトラブル解析支援装置１００と同様に、大別してロギング部４０とシミュレーション／再生部５０とから構成される。

【００９８】ロギング部４０は、マイクロフォン１０により集音した製造設備の音響信号、カメラ２０により撮像した製造設備の画像信号、ＰＬＣ３０から出力される

製造設備の制御信号に基づき、製造設備の画像情報、音響信号、制御情報のログファイルを作成するもので、音響記録部４１、画像記録部４２、制御信号記録部４３、ログファイル記憶部４４、トリガ生成部４６を具備して構成される。

【００９９】ここで、音響記録部４１は、マイクロフォン１０により集音した製造設備の音響信号を取り込み、これをＰＣＭ等によりデジタル化して図示しない内部のリングバッファに記録する。この音響記録部４１は、トリガ生成部４６からトリガ信号を受けると、指定された条件に従って、音響情報ログファイルをログファイル記憶部４４に出力する。ここで、この音響記録部４１は、上述したようにリングバッファを有しているため、過去の音響信号の記録管理が可能である。

【０１００】画像記録部４２は、カメラ（ＣＣＤカメラ）２０により撮像した製造設備の画像信号を取り込み、これをＪＰＥＧ等によりデジタル化して図示しない内部のリングバッファに記録する。この画像記録部４２は、トリガ生成部４６からトリガ信号を受けると、指定された条件に従って、画像情報ログファイルをログファイル記憶部４４に出力する。ここで、この画像記録部４２は、上述したようにリングバッファを有しているため、過去の画像信号の記録管理が可能である。

【０１０１】制御信号記録部４３は、製造設備を制御しているＰＬＣ３０の入出力接点情報（ＩＯ情報）を取り込み、これを図示しない内部のリングバッファに記録する。この制御信号記録部４３は、トリガ生成部４６からトリガ信号を受けると、指定された条件に従って、制御情報ログファイルをログファイル記憶部４４に出力する。ここで、この制御信号記録部４３は、上述したようにリングバッファを有しているため、過去の制御信号の記録管理が可能である。

【０１０２】ログファイル記憶部４４は、音響情報ログファイル記憶部４４－１、画像情報ログファイル記憶部４４－２、制御情報ログファイル記憶部４４－３を有している。

【０１０３】ここで、音響情報ログファイル記憶部４４－１に記憶される音響情報ログファイルは、マイクロフォン１０から取り込まれ、デジタル化された音響情報が指定された記録条件で格納されているファイルである。

【０１０４】また、画像情報ログファイル記憶部４４－２に記憶される画像情報ログファイルは、カメラ２０から取り込まれたデジタル化された画像情報が指定された記録条件で格納されているファイルである。

【０１０５】また、制御情報ログファイル記憶部４４－３に記憶される制御情報ログファイルは、ＰＬＣ３０から取り込まれたデジタル化された制御情報（入出力接点情報）が指定された記録条件で格納されているファイルである。

【０１０６】トリガ生成部４６は、ロギングの記録開始

トリガの生成を行う。ここで、トリガ生成部46は、制御信号記録部43に記憶された制御信号の他、外部から入力されたセンサ等60の検出力、音響記録部41に記憶された音響情報および画像記録部42に記憶された画像情報を用いてトリガ信号を生成する。したがって、このトリガ生成部46は、後に詳述するように記録トリガを生成するための各種条件設定やプログラム処理、各種情報処理機能を内蔵し、さまざまな要求に応えられるようになっている。

【0107】シミュレーション／再生部50は、音響再生装置51、画像再生部52、PLC模擬部53、差異検出部54、PLC内部表示部55、スピーカ56、ディスプレイ57を具備して構成される。

【0108】ここで、音響再生装置51は、音響情報ログファイル記憶部44-1に記憶される音響情報ログファイルの音響データをスピーカ56に出力する。

【0109】また、画像再生部52は、画像情報ログファイル記憶部44-2に記憶される画像情報ログファイルの画像データをディスプレイ57に出力する。

【0110】PLC模擬部53は、記録対象であるPLC30と同じプログラムを読み込み、入力接点の値を入力として、PLC30の動作をシミュレーションし、出力接点の値を確定する。

【0111】差異検出部54は、制御情報ログファイル記憶部44-3に記憶される制御情報ログファイルのPLC30の出力接点の値とPLC模擬部53がシミュレーションした結果の出力接点の値とを比較し、その差異を検出する。

【0112】PLC内部表示部55は、PLC模擬部53によってシミュレーションしたPLC30の内部情報を1EC1131言語形式でディスプレイ57に表示する。この実施の形態においては、PLC模擬部53によってシミュレーションしたPLC30の内部情報をラダー形式でディスプレイ57に表示する。

【0113】なお、図7に示した構成においても、ロギング部40とシミュレーション／再生部50とは、同一装置であってもよく、また、物理的に離れた装置として実現されてもよい。例えば、ロギング部40とシミュレーション／再生部50との間がネットワークで接続されていてもよい。

【0114】また、音響情報ログファイルおよび画像情報ログファイルおよび制御情報ログファイルは1つのログファイルとして構成してもよく、また物理的に異なる複数のログファイルとして構成してもよい。

【0115】また、ロギング部40とシミュレーション／再生部50とが物理的に離れている構成をとる場合に、ログファイルは、ロギング部40にあるように構成してもよく、また、シミュレーション／再生部50にあるように構成してもよい。

【0116】図8は、この発明に係わるトラブル解析支

援装置の第3の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【0117】図7に示した第2の実施の形態のトラブル解析支援装置200は、制御信号記録部43に記憶された制御信号の他、外部から入力されたセンサ等60の検出力および音響記録部41に記憶された音響情報および画像記録部42に記憶された画像情報等に基づきトリガ生成部46によりトリガを生成する、すなわち、ロギングのためのマイクロフォン10、カメラ20、PLC30をトリガ生成のために共用しているのに対し、図8に示す第3の実施の形態のトラブル解析支援装置300は、トリガ生成のために、別にマイクロフォン60-1、カメラ60-2、PLC60-3を設け、このマイクロフォン60-1、カメラ60-2、PLC60-3からの信号を利用してトリガ生成部47がトリガ信号を生成している。他の構成は図7に示した第2の実施の形態のトラブル解析支援装置200と同様である。

【0118】すなわち、この第3の実施の形態のトラブル解析支援装置300において、トリガ生成部47は、制御信号記録部43に記憶された制御信号の他、外部から入力されたセンサ等60の検出力、音響記録部41に記憶された音響情報および画像記録部42に記憶された画像情報を用いてトリガ信号を生成する。したがって、このトリガ生成部46は、後に詳述するように記録トリガを生成するための各種条件設定やプログラム処理、各種情報処理機能を内蔵し、さまざまな要求に応えられるようになっている。

【0119】なお、ロギングの記録開始トリガの生成は、

- 1) 記録対象の全情報、すなわち、画像情報、音響情報、PLC各種情報、各種外部情報の一部が記録部に入力され、それらがトリガ生成用情報を兼ねる構成
- 2) 記録対象の全情報、すなわち、画像情報、音響情報、PLC各種情報、各種外部情報の一部が記録部に入力され、それらの一部がトリガ生成用情報を兼ねる構成
- 3) 記録対象の全情報、すなわち、画像情報、音響情報、PLC各種情報、各種外部情報の一部が記録部に入力され、それらとは独立に記録トリガ生成用情報、すなわち、画像情報、音響情報、PLC各種情報、各種外部情報の全てまたは一部が別途入力される構成
- 4) 記録対象の全情報、すなわち、画像情報、音響情報、PLC各種情報、各種外部情報の一部が記録部に入力され、それらとは異なる種類の情報のみをトリガ生成用として入力する構成等が可能である。

【0120】図9は、この発明に係わるトリガ生成部の詳細構成を示すブロック図である。

【0121】図9において、このトリガ生成部470は、トラブル解析支援装置に記録する各種入力情報や、記録指示生成のためだけに入力された外部信号、あるいはそれらの組み合わせなどを基にこれらをプログラム処

理し、ユーザが求める最適なトリガ信号を生成する。

【0122】すなわち、図9において、このトリガ生成部470は、実行処理部471、プログラム格納部472、データ格納部473、通信インタフェース（通信I/F）474を具備して構成される。

【0123】ここで、実行処理部471は、プログラム格納部472内のプログラムを読み出し、画像情報、音響情報、PLC制御情報、その他の外部信号などの入力データの処理を実行し、プログラム上に埋め込まれたトリガ生成条件／論理の成立／不成立を判断し、トリガ信号を生成する。

【0124】プログラム格納部472は、入力データを用いて任意条件に基づくトリガ信号を生成するプログラムを格納している。ここで、このプログラム格納部472の実装格納媒体は、半導体メモリや磁気メディア等のストレージが該当する。パーソナルコンピュータやPLC開発環境等、外部で作成したトリガ生成プログラムを通信I/F474を介して格納し、運用時はこのプログラムを実行処理部471で実行する。

【0125】データ格納部473は、検出したいデータパターンを参照情報として格納したり、入力される各種情報を一時的に格納する。ここで、このデータ格納部473の実装格納媒体は、半導体メモリや磁気メディア等のストレージが該当し、プログラム格納部472と同一物理媒体であっても、独立した物理媒体であってもよい。パーソナルコンピュータやPLC開発環境等、外部で作成したデータを通信I/F474を介して格納することができる。運用時はパターンマッチングなどの処理プログラムがこのデータ格納部473をアクセスして該当データを読み出す。

【0126】通信I/F474は、トリガ生成プログラムをトラブル解析支援装置にダウンロードしたり、設定を書き込むのに使用するものである。但し、ダウンロードが不要な場合は、この通信I/F474は設けなくてもよい。

【0127】図10は、図9に示したトリガ生成部における記録トリガ生成処理を示すフローチャートである。

【0128】図10において、まず、トリガ生成部470に画像情報、音響情報、PLC制御情報、その他の外部信号などのデータを入力する（ステップ201）。

【0129】次に、入力されたデータに基づき所定のトリガ条件が成立するかを判断する（ステップ202）。ここで、トリガ条件が成立しない場合は（ステップ202でNO）、ステップ201に戻り、トリガ条件が成立するのを待つ。

【0130】また、ステップ202で、トリガ条件が成立したと判断された場合は（ステップ202でYES）、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43等の入力制御部にトリガ信号を出力し、トリガ入力を通知する（ステップ203）。

【0131】なお、トリガ生成部470には、図10に示したステップ202のトリガ条件が成立するか否かを判断する以下に示す各種プログラム処理機能を備える。

【0132】1）シーケンス処理機能

シーケンス処理機能によるトリガ条件の成立／不成立の判断は、PLCの制御情報に基づくラダープログラムによる条件検出を行うもので、その詳細は、第1の実施の形態で説明した通りである。

【0133】2）画像処理機能

10 画像処理機能によるトリガ条件の成立／不成立の判断は、パターンマッチング処理、例えば、マーク、形状、サイズのパターンマッチング処理により条件検出を行うもので、過去の画像との比較、指定色検出、指定線／枠はみ出し、横切り検出などにより行われる。

【0134】3）音響処理機能

音響処理機能によるトリガ条件の成立／不成立の判断は、パターンマッチング処理、過去の音響情報との比較、ゲイン閾値検出、特定周波数、位相などの検出等により行われる。

20 【0135】4）信号処理機能

信号処理機能によるトリガ条件の成立／不成立の判断は、パターンマッチング処理、過去の信号パターンとの比較、ゲイン閾値検出、特定周波数、位相などの検出、エッジレベルの変化検出、パルス幅検出、複数信号入力によるAND/OR条件検出、アナログ値検出などにより行われる。

【0136】なお、このトリガ生成部470の構成としては、

- 1）シーケンス処理機能＋画像処理機能を内蔵
  - 2）シーケンス処理機能＋音響処理機能を内蔵
  - 3）シーケンス処理機能＋信号処理機能を内蔵
  - 4）シーケンス処理機能＋画像処理機能＋音響処理機能を内蔵
  - 5）シーケンス処理機能＋画像処理機能＋信号処理機能を内蔵
  - 6）シーケンス処理機能＋音響処理機能＋信号処理機能を内蔵
  - 7）シーケンス処理機能＋画像処理機能＋音響処理機能＋信号処理機能を内蔵
  - 8）画像処理機能＋音響処理機能を内蔵
  - 9）画像処理機能＋音響処理機能＋信号処理機能を内蔵
  - 10）音響処理機能＋信号処理機能を内蔵
- 等の構成を採用することができる。

【0137】また、トリガ生成部470は、上記プログラム処理機能とは別に以下に示す時間的な処理を有する。

【0138】1）遅延またはタイムアップ処理

2）特定時刻検出処理

50 【0139】なお、これらの処理は単独で用いられる他、上記プログラム処理機能と組み合わせて使用するこ

とができる。

【0140】図11は、トリガ生成部における画像処理機能によるトリガ条件の成立／不成立の判断の一例を説明する図である。

【0141】トリガ生成部における画像処理機能によるトリガ条件の成立／不成立の判断は、画像データを基に画像処理を行いこれにより判断する。

【0142】図11に示す例においては、カメラからの入力画像を2値化し、この2値化した画像の一部に検査ウインドウを設定する。そして、検査ウインドウ内の画像の状態によって記録開始のトリガを生成し、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43等の入力制御部に通知する。

【0143】この場合のトリガ条件の成立／不成立の判断については以下の設定が可能である。

【0144】1) 記録対象が検査ウインドウの外に出た。

2) 記録対象が検査ウインドウの中に入った。

3) 検査ウインドウ内の記録対象が停止している。

【0145】図11においては、検査対象がピッキングロボットである場合を示しており、ピッキングロボットが検査ウインドウの外に出た時、動作が異常であるとして、入力制御部に記録開始のトリガを伝える。

【0146】なお、図11においては、ピッキングロボットのように、物理的な動きをトリガとして利用しているが、例えば、ランプの点滅／消滅の画像など、画像上で変化の検出できるものはトリガとして使用できる。

【0147】図12は、トリガ生成部における音響処理機能によるトリガ条件の成立／不成立の判断の一例を説明する図である。

【0148】この場合、トリガ生成部は、音響データを基に所定の音響処理を行ってトリガを生成する。

【0149】図12においては、検査対象の音響信号をマイク入力で拾い、その音響信号の周波数成分をフーリエ展開して求め、特定周波数のゲインを越えたときを設備動作が異常であると判断し、これを音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43等の入力制御部に通知する。

【0150】この場合のトリガ条件の成立／不成立の判断については以下の設定が可能である。

【0151】1) ある周波数のゲインが、設定した閾値を超えた、または下回った。

2) 特定周波数が出現した、または消えた。

【0152】なお、上記処理は、デジタル信号処理の一例としても捉えることができる。

【0153】図13は、トリガ生成部におけるパターンマッチング処理によるトリガ条件の成立／不成立の判断の一例を説明するフローチャートである。

【0154】すなわち、図13に示す処理においては、予め検出すべきパターン情報を参照情報として格納して

おき、この格納した参照情報と現時点で入力された情報とを比較して一致または不一致を検出し、それを基に記録トリガを生成する。

【0155】図13においては、参照情報と現時点で入力された情報とが一致した場合にトリガを生成するものである。

【0156】すなわち、図13において、まず、初期化処理を行い(ステップ211)、次に入力データの読み込みを行う(ステップ212)。

10 【0157】そして、参照情報と現時点で入力された情報とが一致するかを調べる(ステップ213)。ここで、参照情報と現時点で入力された情報とが一致しない場合は(ステップ213でNO)、ステップ212に戻り、参照情報と現時点で入力された情報とが一致するのを待つ。

【0158】また、ステップ213で、参照情報と現時点で入力された情報とが一致したと判断されると(ステップ213でYES)、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43等の入力制御部にトリガ入力を通知する(ステップ214)。

【0159】図14は、トリガ生成部における過去の情報との比較処理によるトリガ条件の成立／不成立の判断の一例を説明するフローチャートである。

【0160】図14においては、先の入力情報を一時的にデータ格納部に格納しておき、それと現時点で入力された情報とを比較して一致または不一致を検出し、それを基に記録トリガを生成する。なお、図13においては、先の格納情報と現時点で入力された情報とが一致した場合にトリガを生成する。

30 【0161】すなわち、図14において、まず、初期化処理を行い(ステップ231)、次に、入力データをデータ格納部に一時格納する(ステップ232)。

【0162】そして、次のデータ読み込みを行い(ステップ233)、データ格納部のデータと現データが一致するかを調べる(ステップ234)。ここで、データ格納部のデータと現データが一致しない場合は(ステップ234でNO)、現データをデータ格納部に上書き格納し(ステップ235)、ステップ233に戻る。

40 【0163】また、ステップ234で、データ格納部のデータと現データが一致すると判断された場合は(ステップ234でYES)、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43等の入力制御部にトリガ入力を通知する(ステップ236)。

【0164】図15は、トリガ生成部における遅延またはタイムアップ処理の一例を説明するフローチャートである。

【0165】図15に示す遅延またはタイムアップ処理においては、まず、タイマ初期化を行う(ステップ241)。このタイマ初期化においては、所定のタイマ値のセッ

【0166】次に、タイマデクリメント開始イベント発生かを調べる（ステップ242）。ここで、タイマデクリメント開始イベント発生とは、例えば、所定のタイマ接点のONなどである。なお、ここで、タイマ接点とは、本機能用に割付けた特定の入力接点のことであり、この割付方法としては、例えば、予めシーケンス処理プログラム上である接点を本機能に設定することで実現できる。

【0167】ステップ204で、タイマデクリメント開始イベント発生でないと判断された場合は（ステップ242でNO）、ステップ204に戻り、タイマデクリメント開始イベント発生を待つ。

【0168】また、ステップ242で、タイマデクリメント開始イベント発生であると判断された場合は（ステップ242でYES）、タイマ値デクリメント処理を行い（ステップ243）、次に、タイマ値＝0かを調べる（ステップ244）。ここで、タイマ値＝0でないと判断された場合は（ステップ244でNO）、ステップ243に戻る。

【0169】また、ステップ244で、タイマ値＝0であると判断された場合は（ステップ244でYES）、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43等の入力制御部にトリガ入力を通知する（ステップ245）。

【0170】図16は、トリガ生成部における特定時刻検出処理の一例を説明するフローチャートである。

【0171】図16に示す特定時刻検出処理においては、予め記録したい時刻を設定しておき、トラブル解析支援装置内のカレンダクロックから計時情報を常時監視し、設定時刻になったらトリガ入力を音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43等の入力制御部に通知する。

【0172】すなわち、図16において、まず、設定時刻かを調べる（ステップ251）。ここで、設定時刻でないと（ステップ251でNO）、ステップ251に戻り、設定時刻になるのを待つ。

【0173】ステップ251で、設定時刻であると判断されると（ステップ251でYES）、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43等の入力制御部にトリガ入力を通知する（ステップ252）。

【0174】図17は、この発明に係わるトラブル解析支援装置の第4の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【0175】図17に示す第4の実施の形態のトラブル解析支援装置400においては、対象設備の運転中の情報を基に、PLC模擬部53でPLC30のシミュレーションを行い、その結果から差異検出部54で差異を検出し、補正指示処理部59へその内容を通知する。補正指示処理部59では、通知された差異内容により補正処理情報記憶部58から補正内容を得て、この補正内容を

PLC30および他の補正処理装置70へ通知するように構成されている。他の構成は、図7に示した第2の実施の形態のトラブル解析支援装置200と同様である。ここでは、第2の実施の形態のトラブル解析支援装置200と同様の機能を果たす部分には、図7で用いた符号と同一の符号を付し、その詳細説明は省略する。

【0176】図18は、図17に示した第4の実施の形態のトラブル解析支援装置の動作を説明するフローチャートである。

【0177】図18において、まず、PLC30の制御情報を制御信号記録部43で収集し（ステップ301）、この収集した制御情報をログファイル記憶部44の制御情報ログファイル記憶部44-3に蓄積する（ステップ302）。

【0178】次に、ログファイル記憶部44の制御情報ログファイル記憶部44-3に蓄積した制御情報に基づき、PLC模擬部53により、PLC30の動作をシミュレーションする（ステップ303）。

【0179】次に、差異検出部54により、制御情報ログファイル記憶部44-3に記憶される制御情報ログファイルのPLC30の出力接点の値とPLC模擬部53がシミュレーションした結果の出力接点の値とを比較し、補正が必要であるかを調べる（ステップ304）。

【0180】ここで、補正の必要がないと判断された場合は（ステップ304でNO）、補正情報の更新を行い（ステップ305）、ステップ301に戻る。

【0181】また、ステップ304で、補正の必要があると判断された場合は（ステップ304でYES）、次に補正処理が選択された否かを調べ（ステップ306）、補正処理が無い場合は、ステップ301に戻り、補正処理が有る場合は、補正処理を補正処理指示部59に指示する（ステップ307）。

【0182】図19は、図18に示した補正処理選択の動作を説明する図である。

【0183】図19において、差異検出部54は、各状態、すなわち状態1、状態2、・・・、状態nにおける正常パラメータを予め格納する正常パラメータ格納部542-1、542-2、・・・、542-nを有しており、PLC模擬部53から、PLC30の動作のシミュレーションの結果得られる模擬結果パラメータを入力すると、この模擬結果パラメータを、パラメータ比較部541で、正常パラメータ格納部542-1、542-2、・・・、542-nに格納された各状態、すなわち状態1、状態2、・・・、状態nにおける正常パラメータと比較する。

【0184】そして、この比較の結果からPLC模擬部53によるPLC30の動作のシミュレーションの結果得られる模擬結果パラメータが正常として処理を継続できる許容範囲内か範囲外かの判断を行う。

【0185】ここで、PLC模擬部53によるPLC3

0の動作のシミュレーションの結果得られる模擬結果パラメータが正常として処理を継続できる許容範囲外であると判断されると、この場合の不一致パラメータを補正処理指示部59へ通知し、補正処理指示部59は、この不一致パラメータに基づき補正処理記憶部58の補正データを検索して、この検索した補正データをPLC30および他の補正処理装置70へ通知する。

【0186】また、PLC模擬部53によるPLC30の動作のシミュレーションの結果得られる模擬結果パラメータが正常として処理を継続できる許容範囲内であると判断されると、この模擬結果パラメータを補正処理記憶部58に通知する。

【0187】補正処理記憶部58は、通常制御処理を行うPLCのI/O強制制御、メモリの内容変更等の指示および補正制御専用装置の操作情報等が格納されたデータベースであり、このデータベースは、補正指示結果の動作情報をフィードバックし更新される。

【0188】この第4の実施の形態によると、保持データ量の削減と、製造システム全体における不都合を防止し、稼働効率の向上を図ることができる。

【0189】例えば、加工ラインにおいて、前行程での距離遅れ、すなわち行程終了タイミングにより、シミュレーション結果、すなわち次行程監視タイマタイムアウト発生で、次行程において不都合が予測された場合、以下のような補正処理を施し、不都合製品の発生を防止することができる。

【0190】1) 搬送ベルトの速度を上げ、次行程への取り掛かりを速める。

2) 次行程監視タイマのタイマ値を延長する。

3) ロボットアームなどにより部品を取り除く。

【0191】なお、上記1)、2)、3)等の処理結果により、以後の処理における不都合の解消状況を補正処理記憶部58のデータベースに反映する。

【0192】図20は、この発明に係わるトラブル解析支援装置の第5の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【0193】この図20に示す第5の実施の形態のトラブル解析支援装置500は、基本的には図1に示した第1の実施の形態のトラブル解析支援装置100と同一であるが、この第5の実施の形態のトラブル解析支援装置500においては、PLC30のスキヤンタイムのように、特定の信号の整数倍で画像記録部42および音響記録部41に同期信号を送出するか、一定の周期毎に制御信号記録部43および画像記録部42および音響記録部41に同期信号を送出することにより、制御情報と画像情報および音響情報の記録の同期を図り、再生時に同期再生を実現するように構成されている。

【0194】このような構成によると、

1) 制御情報と画像情報の同期ずれをなくすことができ、正確な情報に基づく設備トラブル解析が可能になる

2) スローやコマ送り再生を行っても、画像と制御情報データが同期しているタイミングがわかる

3) 記録時データが同期しているため、同期再生が容易になる

等の効果が期待できる。

【0195】すなわち、図20において、この第5の実施の形態のトラブル解析支援装置500は、大別してロギング部40とシミュレーション／再生部50とから構成される。

【0196】ロギング部40は、マイクロフォン10により集音した製造設備の音響信号、カメラ20により撮像した製造設備の画像信号、PLC30から出力される製造設備の制御信号に基づき、製造設備の画像情報、音響信号、制御情報のログファイルを作成するもので、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43、ログファイル記憶部44、トリガ検出部45を具備して構成される。

【0197】ここで、音響記録部41は、マイクロフォン10により集音した製造設備の音響信号を取り込み、これをPCM等によりデジタル化して図示しない内部のリングバッファに記録する。この音響記録部41は、トリガ検出部45からトリガ検出の信号を受けると、指定された条件に従って、音響情報ログファイルをログファイル記憶部44に出力する。ここで、この音響記録部41は、上述したようにリングバッファを有しているため、過去の音響信号の記録管理が可能である。

【0198】また、音響記録部41は、制御信号記録部43からの同期信号を受け、記録データに同期信号を記録する。

【0199】画像記録部42は、カメラ20により撮像した製造設備の画像信号を取り込み、これをJPEG等によりデジタル化して図示しない内部のリングバッファに記録する。この画像記録部42は、トリガ検出部45からトリガ検出の信号を受けると、指定された条件に従って、画像情報ログファイルをログファイル記憶部44に出力する。ここで、この画像記録部42は、上述したようにリングバッファを有しているため、過去の画像信号の記録管理が可能である。

【0200】また、画像記録部42は、制御信号記録部43からの同期信号を受け、カメラ20にこの同期信号を出力する。カメラ20からの画像信号は、制御信号記録部43からの同期信号毎に更新する。

【0201】ここで、カメラ20は、CCDカメラから構成され、画像記録部42から外部同期信号を受けて動作する。

【0202】制御信号記録部43は、製造設備を制御しているPLC30の入出力接点情報(I/O情報)を取り込み、これを図示しない内部のリングバッファに記録する。この制御信号記録部43は、トリガ検出部45からトリガ検出の信号を受けると、指定された条件に従っ

て、制御情報ログファイルをログファイル記憶部44に出力する。ここで、この制御信号記録部43は、上述したようにリングバッファを有しているため、過去の制御信号の記録管理が可能である。

【0203】また、制御信号記録部43は、記録対象PLC30のスキャンタイム、すなわちデータ更新周期 $t_s$ の情報を獲得し、スキャンタイムの $INT(33ms \div t_s + 1)$ 回毎に音響記録部41および画像記録部42に同期信号を送出する。

【0204】ログファイル記憶部44は、音響情報ログファイル記憶部44-1、画像情報ログファイル記憶部44-2、制御情報ログファイル記憶部44-3を有している。

【0205】ここで、音響情報ログファイル記憶部44-1に記憶される音響情報ログファイルは、マイクロフォン10から取り込まれ、デジタル化された音響情報が指定された記録条件で格納されているファイルである。

【0206】また、画像情報ログファイル記憶部44-2に記憶される画像情報ログファイルは、カメラ20から取り込まれたデジタル化された画像情報が指定された記録条件で格納されているファイルである。

【0207】また、制御情報ログファイル記憶部44-3に記憶される制御情報ログファイルは、PLC30から取り込まれたデジタル化された制御情報（入出力接点情報）が指定された記録条件で格納されているファイルである。

【0208】トリガ検出部45は、ロギングの記録開始トリガの検知を行う。ここで、トリガ入力として、PLC30のIO若しくはDMが指定されている場合、制御信号記録部43のリングバッファを監視し、指定されているIO若しくはDMの変化を検知すると、音響記録部41および画像記録部42に対してトリガ検知を通知する。

【0209】シミュレーション／再生部50は、音響再生装置51、画像再生部52、PLC模擬部53、差異検出部54、PLC内部表示部55、スピーカ56、ディスプレイ57を具備して構成される。

【0210】ここで、音響再生装置51は、音響情報ログファイル記憶部44-1に記憶される音響情報ログファイルの音響データをスピーカ56に出力する。

【0211】また、画像再生部52は、画像情報ログファイル記憶部44-2に記憶される画像情報ログファイルの画像データをディスプレイ57に出力する。

【0212】PLC模擬部53は、記録対象であるPLC30と同じプログラムを読み込み、入力接点の値を入力として、PLC30の動作をシミュレーションし、出力接点の値を確定する。

【0213】差異検出部54は、制御情報ログファイル記憶部44-3に記憶される制御情報ログファイルのPLC30の出力接点の値とPLC模擬部53がシミュレ

ーションした結果の出力接点の値とを比較し、その差異を検出する。

【0214】PLC内部表示部55は、PLC模擬部53によってシミュレーションしたPLC30の内部情報をIEC1131言語形式でディスプレイ57に表示する。この実施の形態においては、PLC模擬部53によってシミュレーションしたPLC30の内部情報をラダー形式でディスプレイ57に表示する。

【0215】なお、図20に示した構成において、ロギング部40とシミュレーション／再生部50とは、同一装置であってもよく、また、物理的に離れた装置として実現されてもよい。例えば、ロギング部40とシミュレーション／再生部50との間がネットワークで接続されていてもよい。

【0216】また、音響情報ログファイルおよび画像情報ログファイルおよび制御情報ログファイルは1つのログファイルとして構成してもよく、また物理的に異なる複数のログファイルとして構成してもよい。

【0217】また、ロギング部40とシミュレーション／再生部50とが物理的に離れている構成をとる場合に、ログファイルは、ロギング部40にあるように構成してもよく、また、シミュレーション／再生部50にあるように構成してもよい。

【0218】図21は、図20に示したカメラから出力されるNTSC方式の画像信号とPLC30の制御信号の更新周期の状態を示す図である。

【0219】図21において、PLC30の制御信号は、図21に示すように信号の立ち上がり毎、すなわち、数 $m \sim 10$ ms毎に更新される。一方、カメラ20から出力されるNTSC方式の画像信号は、1/30ms毎に更新される。

【0220】このため、PLC30の制御信号はカメラ20から出力されるNTSC方式の画像信号が1フレーム更新する間に、数回以上変化していることになる。しかし、画像信号の更新周期は、制御信号の更新周期の整数倍となるとは限らない。このため、再生時に表示している画像信号がどのタイミングの制御信号と同期するかを知ることはできない。このことはスロー再生を行ったときに顕著になる。

【0221】ところで、従来のタイムスタンプに基づく同期再生では、例えば、 $t_1$ に記録した画像データと $t_c1$ に記録した制御データが同期するように再生する。これは、時刻 $t_c1$ にもっとも近い画像データは時刻 $t_1$ であるからである。

【0222】しかし、厳密に考えると、時刻 $t_1$ に記録した画像データがカメラ20上で確定するのは時刻 $t_0$ である。したがって、時刻 $t_c1$ の制御情報と時刻 $t_1$ の画像情報との間には、約1/30msの差がある。この間に制御データは数回更新される。

【0223】このように記録時刻のタイムスタンプに基



づく同期再生は、正確な同期再生を行っているわけではない。したがって、例えば、チップマウンタ、清涼飲料の製造装置などの高速で動く設備やLEDなどの表示装置の状態と制御情報との対応によりトラブルを解析する場合、正確な同期再生が行われないことは問題になる。

【0224】図22は、図20に示したこの発明の第5の実施の形態のトラブル解析支援装置におけるデータ同期イメージを示す図である。

【0225】すなわち、この発明の第5の実施の形態のトラブル解析支援装置500におけるデータ同期の基本的考え方は、画像情報と制御信号とが確実に同期しているタイミングを明確にすることである。このことは、

1) 制御信号が更新する周期の整数倍で画像信号が更新する

2) 制御信号が更新したタイミングと画像情報が確定するタイミングを合わせる

ことにより実現できる。

【0226】そこで、第5の実施の形態のトラブル解析支援装置500においては、制御信号と画像情報が完全に同期しているタイミングを作るために、画像更新周期を $t_s$ 秒の整数倍にする。

【0227】一般に、NTSC方式のカメラでは、 $1/30\text{ msec}$ 以下の時間で画像データを取り出すことができない。そこで、 $INS(33\text{ msec}/t_s + 1) = M$ 回制御信号が更新する毎に画像信号を更新する。これは $t_s * M$ 毎にデジタル化したデータにマジックナンバーを入力することにより、同期タイミングを入れることができる。

【0228】このような構成により、時刻 $t_0$ で記録した制御情報データと時刻 $t_1$ で記録した画像情報データとの同期を実現できる。一方、再生時には、時刻 $t_0$ で記録した制御情報データと時刻 $t_1$ で記録した画像情報データが同期するように再生する。これにより、少なくとも、時刻 $t_0$ での制御信号情報と画像情報信号が同期している状態を実現することができる。

【0229】図23は、図20に示した第5の実施の形態のトラブル解析支援装置のロギング部の詳細動作を示すフローチャートである。

【0230】ロギング部40では、記録対象である設備の画像、音響、制御情報をロギングする。ここで、ロギング部40の音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43は前述したようにリングバッファを有しているため、過去の情報の記録が可能である。例えば、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43の記録条件において、記録時間3分、トリガ後記録時間1分を指定した場合、設備がトラブルで停止する前の2分とトラブル発生後の1分のデータを記憶することができる。

【0231】図23において、まず、トリガ条件および記録条件を設定する(ステップ401)。ここで、トリ

ガ条件は、例えば、PLC30の接点10101がONしたらトラブルであるというような条件である。また、記録条件は、記録時間Tおよびトリガ後記録時間 $t_r$ である。

【0232】次に、音響記録部41および画像記録部42および制御信号記録部43に各データが記録時間T分格納できるリングバッファ領域を確保作成する(ステップ402)。

【0233】ここで、制御信号記録部43は、接続しているPLC30のスキャンタイム $t_s$ を読み込む。また、画像情報更新周期( $M = INT(33\text{ msec}/t_s + 1)$ )を求める。

【0234】音響記録部41および画像記録部42および制御信号記録部43は、各記録レートに合わせてデータを読み込み(ステップ403)、読み込んだデータをそれぞれのリングバッファへ書き込む(ステップ404)。

【0235】なお、音響記録部41および画像記録部42および制御信号記録部43の動作の詳細は、後に図24に示したフローチャートを参照して説明する。

【0236】次に、トリガ検知部45がトリガを検知したかを調べる(ステップ405)。ここで、トリガ検知部45がトリガを検知していない場合は(ステップ405でNO)、ステップ403に戻り、リングバッファへの記録を続行する。

【0237】また、ステップ405で、トリガ検知部45がトリガを検知したと判断された場合は(ステップ405でYES)、トリガ検知後トリガ後記録時間分記録したか、すなわち設定したトリガ後記録時間を経過しているかを確認する(ステップ406)。ここで、設定したトリガ後記録時間を経過していない場合は(ステップ406でNO)、ステップ407に進み、音響記録部41および画像記録部42および制御信号記録部43による各記録レートに合わせたデータを読み込み(ステップ407)、読み込んだデータをそれぞれのリングバッファへ書き込む(ステップ408)処理を続行し、ステップ406に戻る。

【0238】また、ステップ406で、設定したトリガ後記録時間を経過したと判断された場合は(ステップ406でYES)、ステップ409に進み、新規データの読み込みを停止し、リングバッファへのデータ書き込みを停止する。

【0239】その後、音響記録部41および画像記録部42および制御信号記録部43のリングバッファのデータをシーケンシャルファイル形式でログファイル記憶部(情報ファイル)44に書き込み(ステップ410)、この処理を終了する。

【0240】ここで、シーケンシャルファイルには、リングバッファ上の最古のデータから最新のデータに並び替えて書き込む。ここで、ログファイルは論理的に3分



割されていても、物理的に3分割されていてもよい。

【0241】なお、音響記録部41、画像記録部42、制御信号記録部43はそれぞれ独立に動作する。

【0242】図24は、図23に示したフローチャートにおける制御信号記録部、画像記録部、音響記録の動作を示すフローチャートである。

【0243】図24(a)は、この発明の第5の実施の形態のトラブル解析支援装置500における制御信号記録部43の動作を示す。

【0244】図24(a)において、制御信号記録部43は、まず、次の制御情報収集時刻になるまでタイマをセットする(ステップ411)。ここで、タイマ値は、PLC30のスキャンタイム $t_s$ である。

【0245】次に、タイムアウトするまで待ち(ステップ412)、タイムアウトすると(ステップ412でYES)、初回の動作であるか若しくは同期信号を送出するタイミングであるか、すなわち $cycle = 0$  OR

$MOD(cycle) = M$ かを確認する(ステップ413)。ここで、同期信号送出タイミングであれば、画像記録部42および音響記録部41に対して同期信号を送出し(ステップ414)、初回の動作であれば、制御信号をPLC30から読み込み、また、 $cycle$ に1加算する(ステップ415)。

【0246】図24(b)は、この発明の第5の実施の形態のトラブル解析支援装置500における画像記録部42の動作を示す。

【0247】図24(b)において、画像記録部42は、まず、制御信号記録部43から同期信号が入力されるのを待つ(ステップ421)。同期信号が入力されると(ステップ421でYES)、カメラ20に現在カメラ20で確定している画像信号を送るように同期信号を与える(ステップ422)。この同期信号によって得られる画像情報は、次の同期信号入力時にリングバッファへ格納する。

【0248】次に、前回の同期信号入力に確定した画像情報を読み込む(ステップ423)ここで、この画像データは前記の同期信号入力時から今回の同期信号入力時までの間に画像記録部42のリングバッファに格納された画像情報である。

【0249】図24(c)は、この発明の第5の実施の形態のトラブル解析支援装置500における音響記録部41の動作を示す。

【0250】図24(c)において、音響記録部41は、まず、次の音響信号収集時刻になるまでタイマをセットする(ステップ431)。そして、タイムアウト、すなわちデータ収集時刻になるまで待つ(ステップ432)。

【0251】ステップ432で、タイムアウトすると(ステップ432でYES)、マイクロフォン10から音響信号を読み込む(ステップ433)。

【0252】次に、制御信号記録部43からの同期信号の有無を確認する(ステップ434)。ここで、制御信号記録部43からの同期信号があれば(ステップ434でYES)、音響情報をマジックナンバー、例えば、8ビットであれば、0xFFなどに置き換え、同期信号があった目印にする(ステップ435)。

【0253】図25は、図20に示した第5の実施の形態のトラブル解析支援装置のシミュレーション/再生部の詳細動作を示すフローチャートである。

【0254】対象設備のトラブル状況が再現した場合、シミュレーション/再生部50で、シミュレーション/再生動作を行うことにより、保全担当者は対象設備のトラブルの解析を行う。

【0255】ここで、この実施の形態においては、単にロギングした設備の状態、すなわち、画像情報、音響情報、制御情報のログファイルを再生するのではなく、制御信号のログファイルの入力接点情報を基に、記録対象のシミュレーションを行う。これにより、外部に出力されない内部接点情報も画像、音響データとして同期して確認することができる。これにより、インターロックの不都合などの外部接点だけでは検出できないトラブルを容易に解析することができる。

【0256】図25において、まず、初期化を行う(ステップ441)。この初期化においては、シミュレーションのサイクル数( $cycle$ )および画像更新回数( $view$ )を0に設定する。また、シミュレーションの実行速度を読み込む。ここで、シミュレーションの実行速度は $1/n$ の $n$ が指定できる。つまり、 $1/n$ の速度でシミュレーションを実行できる。また、このとき、PLCにインストールしているIFC1131言語(ここではラダー)のプログラムを読み込む。

【0257】次に、音響、画像、制御情報の各情報のログファイルからロギングデータを読み込む(ステップ442)。ここで、制御情報のログファイルからは、PLC30のI/Oデータおよびスキャンタイムを読み込む。

【0258】また、画像更新タイミング $M = INT(3 msec / t_s + 1)$ を演算する。

【0259】次に、制御情報のログファイルの1データを入力として、1スキャン分のシミュレーションを実行し、内部I/Oおよび出力(0)の接点データを出力する。また、 $cycle$ を1加算し、ディスプレイ57に表示する(ステップ443)。

【0260】次に、シミュレーションの結果のI/O情報をラダープログラム上に表示する(ステップ444)。ここで、ラダープログラム上では、I/O情報内のONしている接点は、図2に示したように網掛けにより強調表示される。ディスプレイ57上では、スクロールすることによって、全プログラム内のI/O情報を確認することができる。

【0261】次に、シミュレーション結果の出力接点の値と制御情報ログファイルの出力接点の値とを全て比較する(ステップ445)。この比較の結果、シミュレーション結果の出力接点の値と制御情報ログファイルの出力接点の値とに差異がある場合は(ステップ445でNO)、ステップ126に進み、差異が無い場合は(ステップ445でYES)、ステップ128に進む。

【0262】ステップ446では、差異のある接点番号、制御情報ログの接点の値およびシミュレーション結果の接点の値を図3に示したように表示し、ラダープログラム上で差異のある接点を強調表示する。

【0263】そして、この差異を表示した状態で、オペレータにシミュレーションの停止を行うか続行するかを入力させる。ここで、シミュレーションの停止を入力した場合は(ステップ447でNO)、シミュレーションを終了するが、シミュレーションの継続を入力した場合は(ステップ447でYES)、差異を無視して、シミュレーションを継続させるためにステップ448に進む。

【0264】ステップ448では、シミュレーションがスロー実行、すなわち、シミュレーション速度=1以外になっているかを判断する。ここで、シミュレーション速度=1になっている場合は(ステップ448でYES)、ステップ449に進み、音響データ再生指示を行うが、シミュレーション速度=1になっていない場合は(ステップ448でNO)、音響データの再生は行わずステップ130へ進む。

【0265】ステップ449では、音響再生装置51に1スキャンタイム分の時間の音響データの再生を指示する。ここで、音響再生装置51およびPLC模擬部53は個別に動作する。

【0266】ステップ450では、画像信号と画像付き信号と同期させるために更新タイミングを、条件MOD(cycle)=Mが成立したときとする。

【0267】ステップ450で画像更新タイミングと判別された場合は(ステップ450でYES)、ステップ451に進むが、画像更新タイミングでないと判別された場合は(ステップ450でNO)、ステップ452に進む。

【0268】ステップ451では、viewに1を加算し、画像情報ログのview枚目の画像データをディスプレイ57に表示する。

【0269】また、ステップ452では、シミュレーション速度が1以外であることを確認する。ここで、シミュレーション速度=1でなければ(ステップ452でNO)、スロー実行であるのでステップ453へ進み、シミュレーション速度=1であれば(ステップ452でNO)、ステップ454に進む。

【0270】ステップ453では、シミュレーション速

度がスローになっているため、タイマを仕掛けて待つ。

【0271】また、ステップ454では、制御情報ログを全て使用したかを判断する。シミュレーションの入力には制御情報ログの入力接点情報が必要である。このため、全ての制御情報ログを使い切った場合は(ステップ454でYES)、シミュレーションを終了する。

【0272】ステップ454で、全ての制御情報ログを使い切っていないと判断されると(ステップ454でNO)、次に、連続モードであるかを調べる(ステップ455)。ここで、連続モードである場合は(ステップ455でYES)、ステップ443に戻る。

【0273】また、ステップ136で連続モードでないと判断された場合は(ステップ456でNO)、ステップ実行モードでユーザの入力を待つ。ユーザ入力があれば次のステップに進む。すなわち、ステップ136で、次入力無しと判断された場合は(ステップ456でNO)、ステップ136に戻るが、次入力有りだと判断された場合は(ステップ456でYES)、ステップ443に戻る。

【0274】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1の発明によれば、

- 1) PLCの制御情報は、IEC1131言語、すなわちラダー等として確認することができるため、論理回路の成立／不成立が容易に判断できる
- 2) 記録していないPLC内部のリレー状態も確認することができる
- 3) その結果設備のトラブル解析が非常に容易になる等の効果を奏する。

【0275】また、請求項2の発明によれば、

- 1) 設備制御装置側に負担をかけることなく、記録条件を任意に設定できる
  - 2) 複数の要因を組み合わせて任意の記録条件を設定できる
- 等の効果を奏する。

【0276】また、請求項3の発明によれば、

- 1) ライン稼働中に不具合要因を排除することによりラインの停止が減り、稼働効率が向上し、生産性を増加できる
  - 2) 異常要因を自動排除させることにより、停止時に対応していた保守要員の作業減が期待できる
  - 3) 保守員への教育を減らすことができ、生産ラインの展開が容易になる
- 等の効果を奏する。

【0277】また、請求項4の発明によれば、

- 1) 制御情報と画像情報の同期ずれをなくすことができ、正確な情報に基づく設備トラブル解析が可能になる
- 2) スロー／ステップ再生でも、データが同期している箇所を明確に知ることができる

等の効果を奏する。

【0278】また、請求項5の発明によれば、シミュレーション結果と実記録結果の差異を検出でき、設備のトラブル解析が容易となる等の効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明に係わるトラブル解析支援装置の第1の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示した第1の実施の形態のトラブル解析支援装置により表示されるディスプレイ表示イメージの一例を示した図である。

【図3】図1に示した第1の実施の形態のトラブル解析支援装置により表示される差異検出状態のディスプレイ表示イメージの一例を示した図である。

【図4】図1に示した第1の実施の形態のトラブル解析支援装置による運用および全体動作を示すフローチャートである。

【図5】図1に示した第1の実施の形態のトラブル解析支援装置のロギング部の詳細動作を示すフローチャートである。

【図6】図1に示した第1の実施の形態のトラブル解析支援装置のシミュレーション／再生部の詳細動作を示すフローチャートである。

【図7】この発明に係わるトラブル解析支援装置の第2の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【図8】この発明に係わるトラブル解析支援装置の第3の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【図9】この発明に係わるトリガ生成部の詳細構成を示すブロック図である。

【図10】図9に示したトリガ生成部における記録トリガ生成処理を示すフローチャートである。

【図11】トリガ生成部における画像処理機能によるトリガ条件の成立／不成立の判断の一例を説明する図である。

【図12】トリガ生成部における音響処理機能によるトリガ条件の成立／不成立の判断の一例を説明する図である。

【図13】トリガ生成部におけるパターンマッチング処理によるトリガ条件の成立／不成立の判断の一例を説明するフローチャートである。

【図14】トリガ生成部における過去の情報との比較処理によるトリガ条件の成立／不成立の判断の一例を説明するフローチャートである。

【図15】トリガ生成部における遅延またはタイムアップ処理の一例を説明するフローチャートである。

【図16】トリガ生成部における特定時刻検出処理の一例を説明するフローチャートである。

【図17】この発明に係わるトラブル解析支援装置の第

4の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【図18】図17に示した第4の実施の形態のトラブル解析支援装置の動作を説明するフローチャートである。

【図19】図18に示した補正処理選択の動作を説明する図である。

【図20】この発明に係わるトラブル解析支援装置の第5の実施の形態の全体構成を示すブロック図である。

【図21】図20に示したカメラから出力されるNTSC方式の画像信号とPLC30の制御信号の更新周期の状態を示す図である。

【図22】図20に示したこの発明の第5の実施の形態のトラブル解析支援装置におけるデータ同期イメージを示す図である。

【図23】図20に示した第5の実施の形態のトラブル解析支援装置のロギング部の詳細動作を示すフローチャートである。

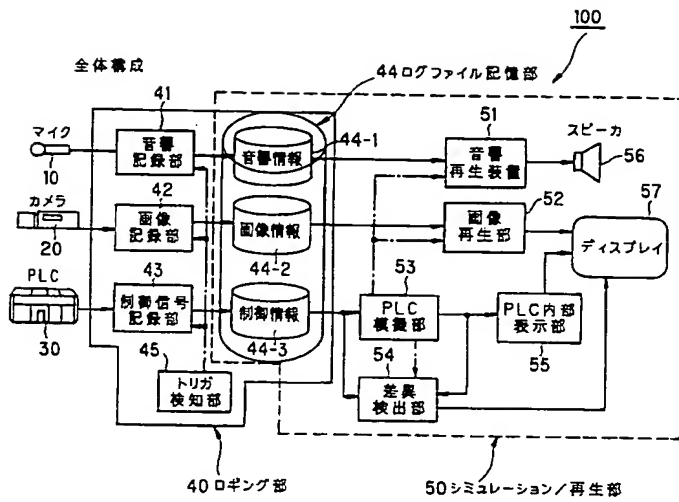
【図24】図23に示したフローチャートにおける制御信号記録部、画像記録部、音響記録の動作を示すフローチャートである。

【図25】図20に示した第5の実施の形態のトラブル解析支援装置のシミュレーション／再生部の詳細動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

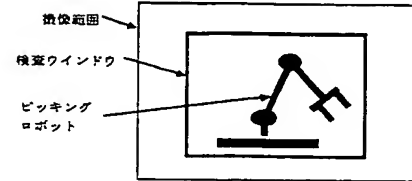
10	マイクロフォン
20	カメラ
30	PLC
40	ロギング部
41	音響記録部
42	画像記録部
43	制御信号記録部
44	ログファイル記憶部
45	トリガ検知部
46	トリガ生成部
47	トリガ生成部
50	シミュレーション／再生部
51	音響再生装置
52	画像再生部
53	PLC模擬部
54	差異検出部
55	PLC内部表示部
56	スピーカ
57	ディスプレイ
58	補正処理情報記憶部
59	補正処理指示部
60	センサ類
70	補正処理装置

【図 1】

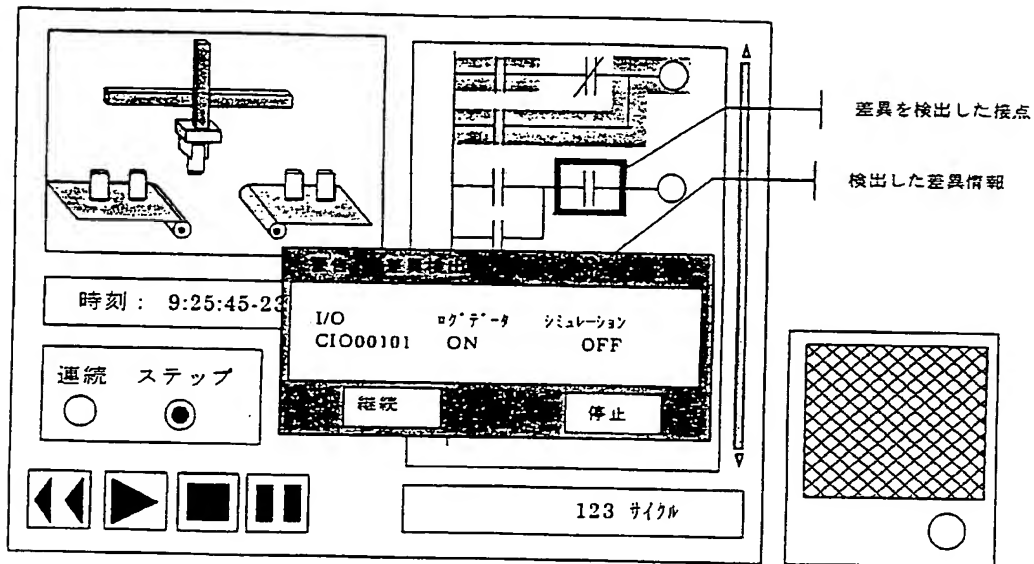


【図 11】

画像処理機能によるトリガ生成

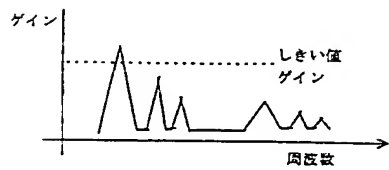


【図 3】

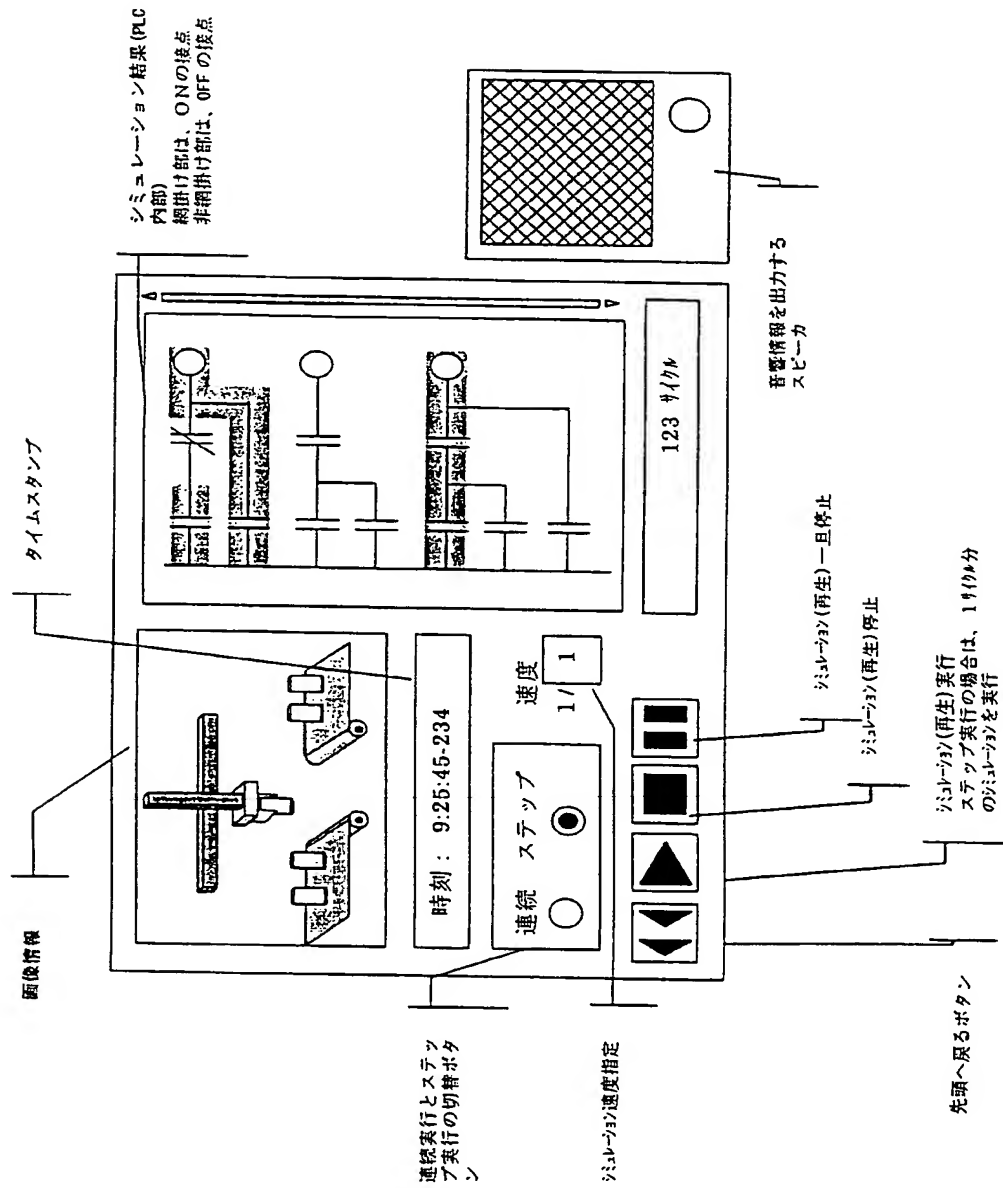


【図 12】

音響処理機能によるトリガ生成

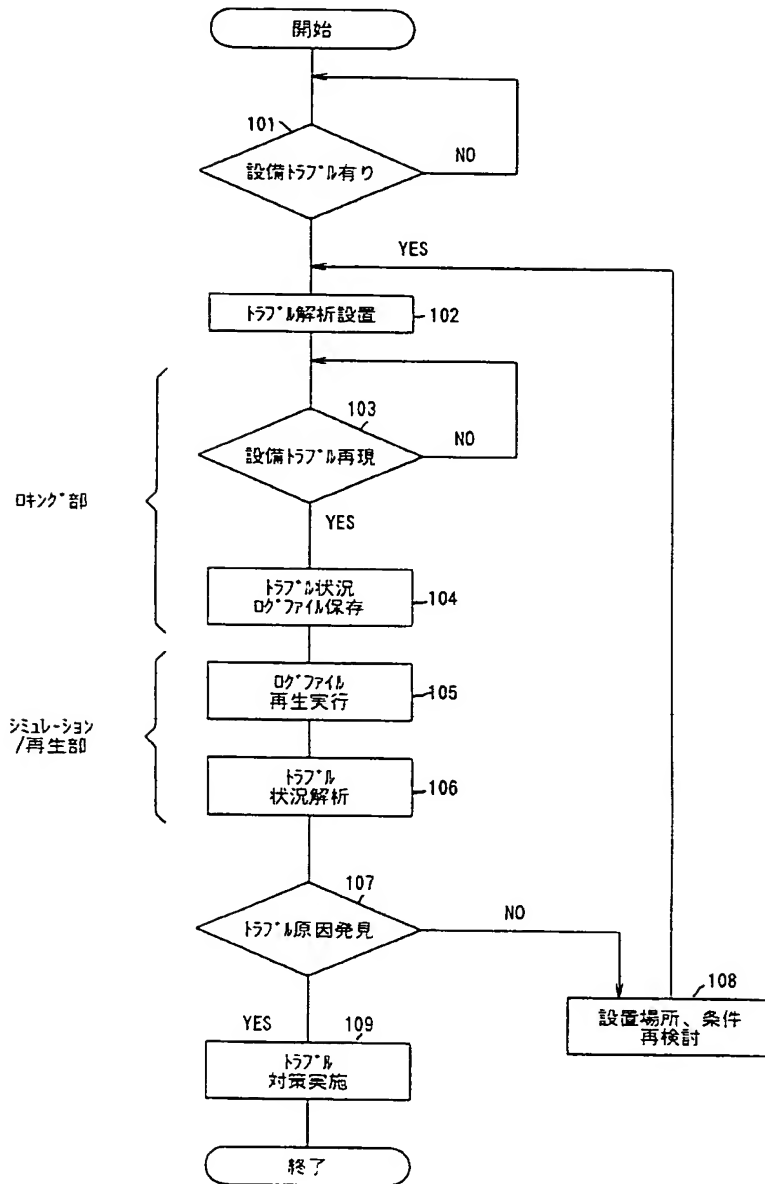


【図2】

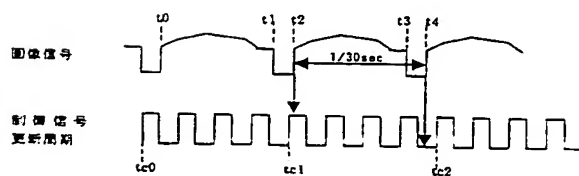


【図 4】

運用および全体動作フローチャート

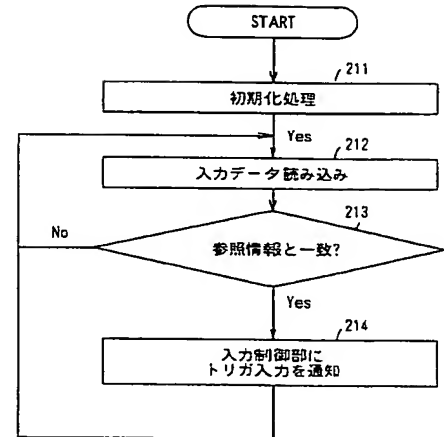


【図 21】

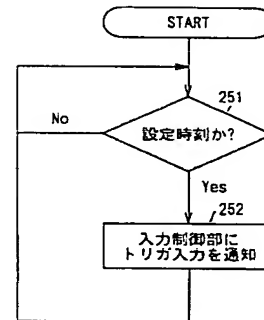


【図 13】

パターンマッチング処理によるトリガ生成

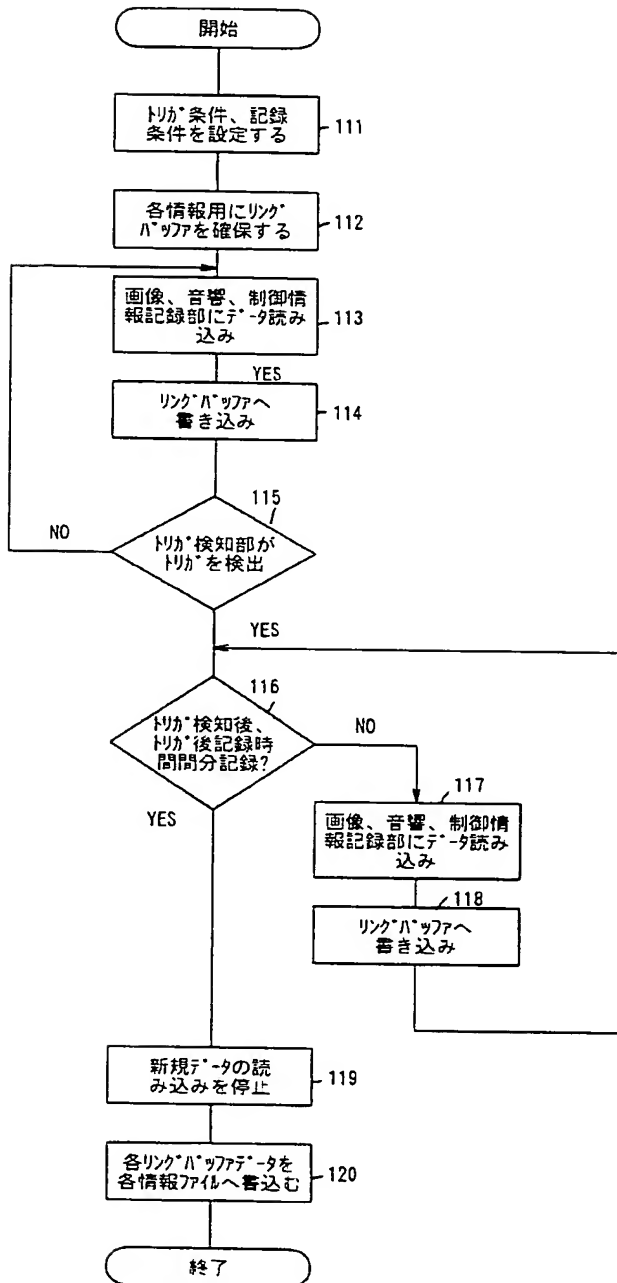


【図 16】



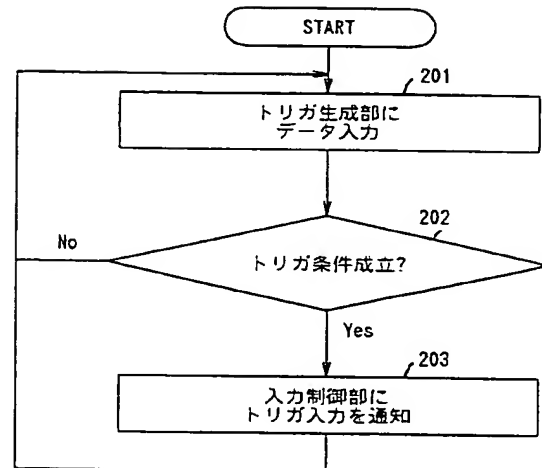
【図 5】

リンク部フローチャート

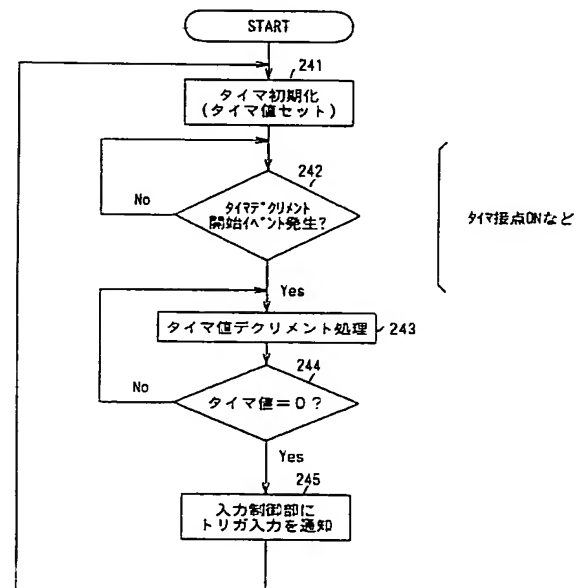


【図 10】

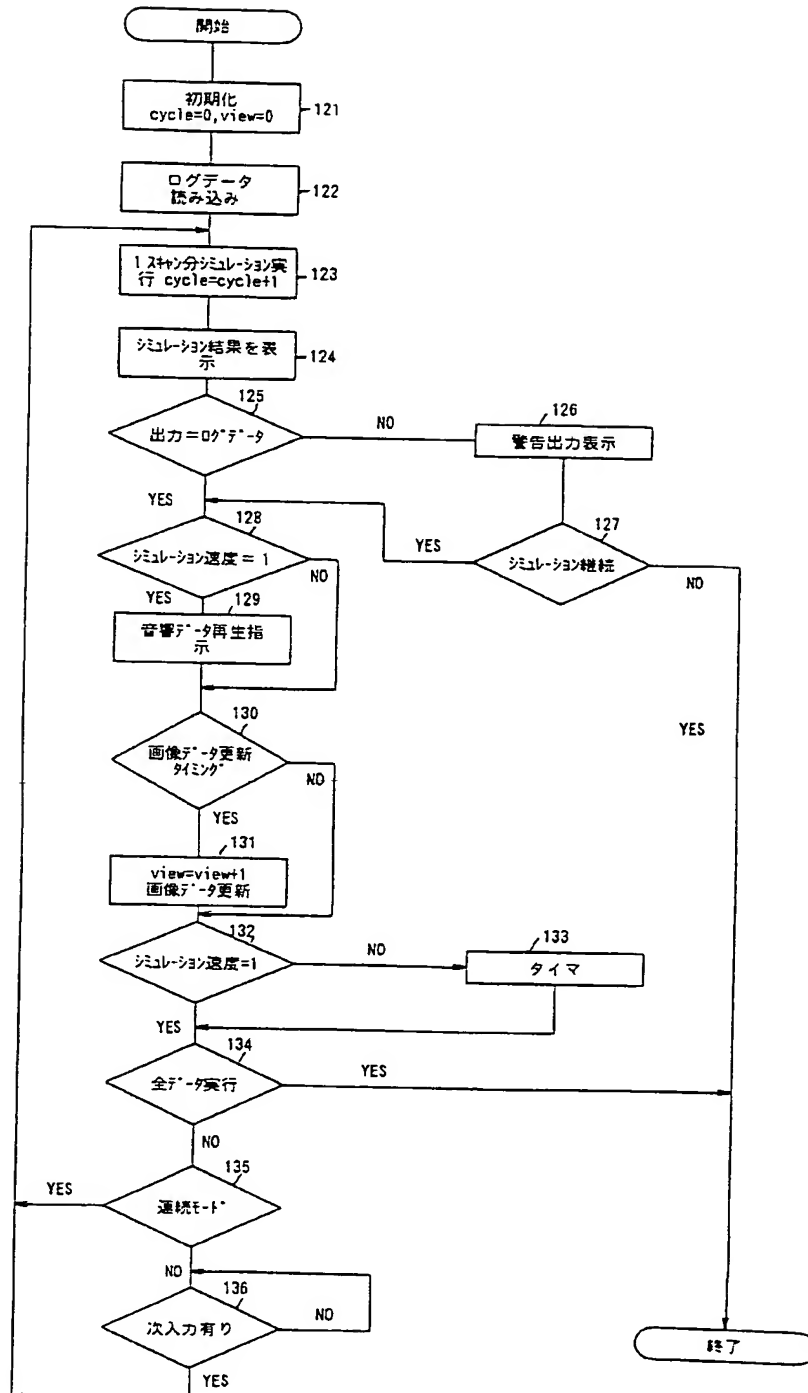
記録トリガ生成フローチャート



【図 15】

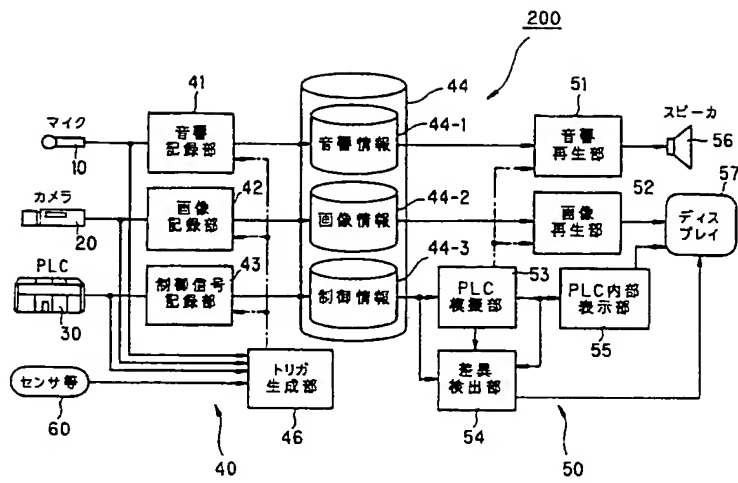


【図 6】

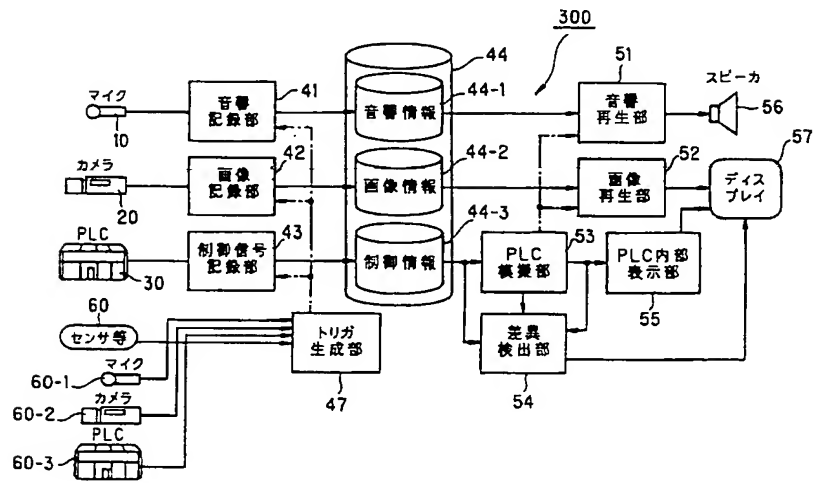




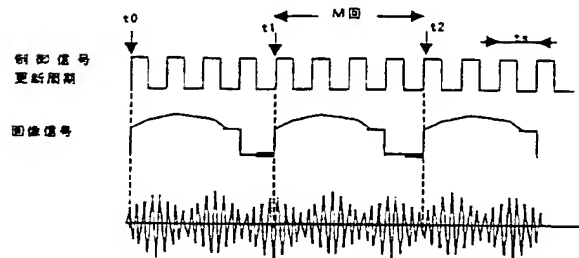
【図 7】



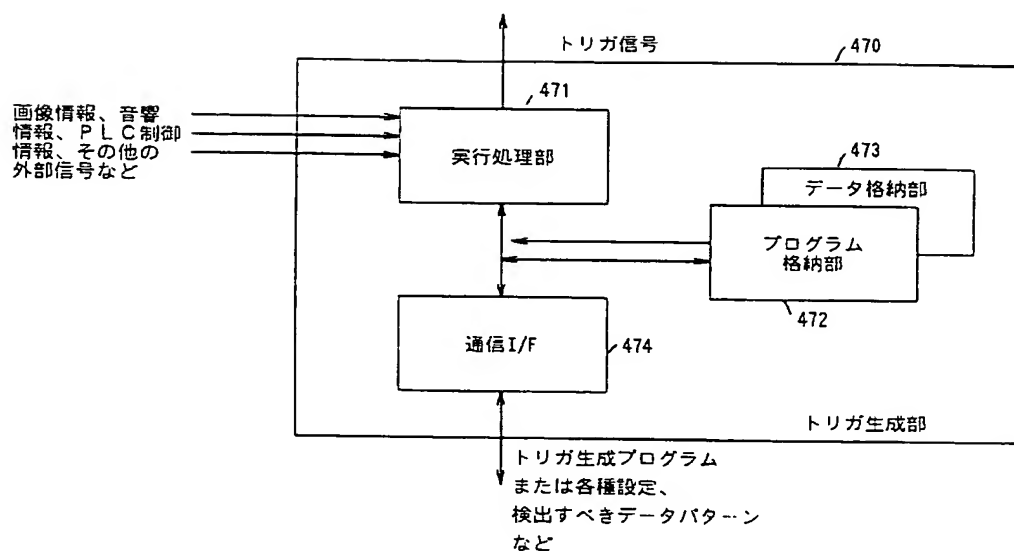
【図 8】



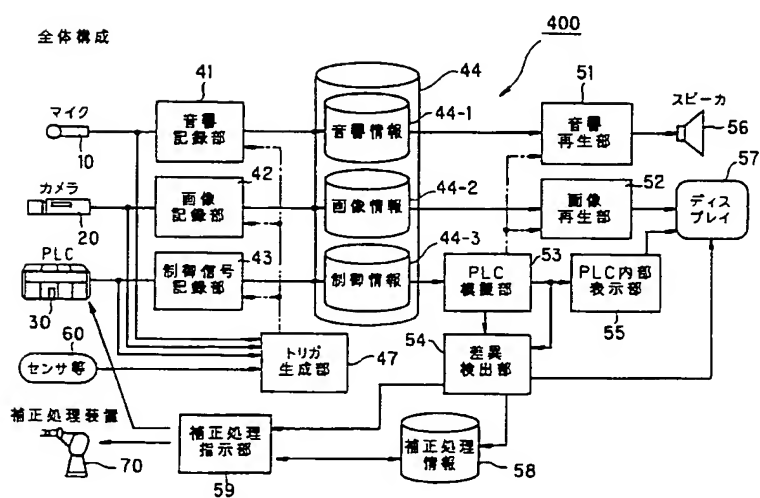
【図 22】



【図 9】

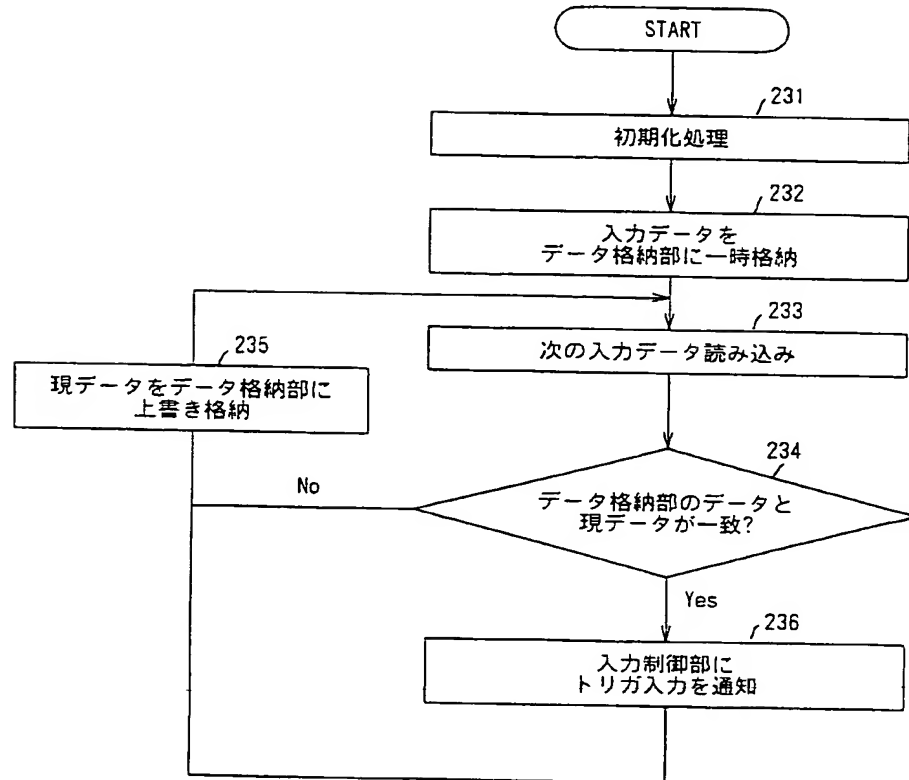


【図 17】

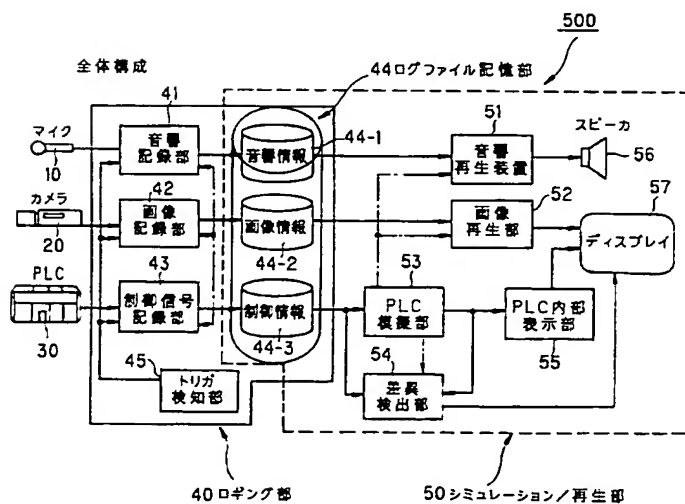


【図 14】

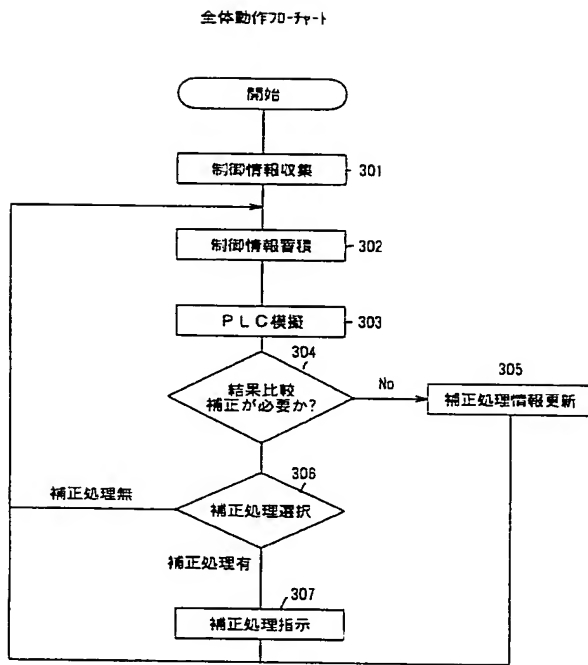
過去の情報との比較処理によるトリガ生成



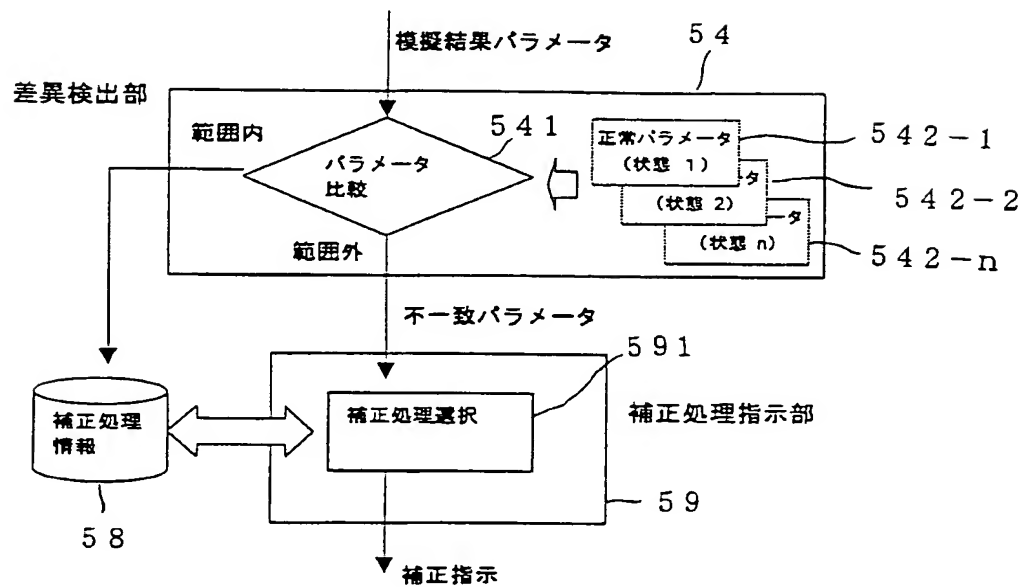
【図 20】



【図18】

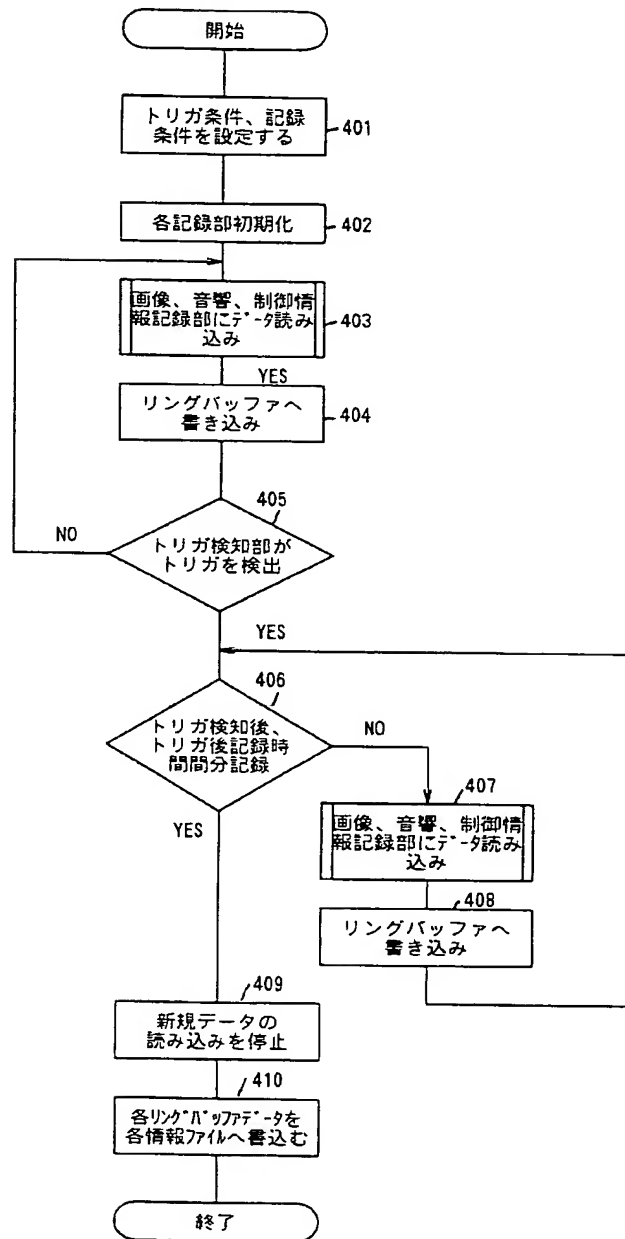


【図19】

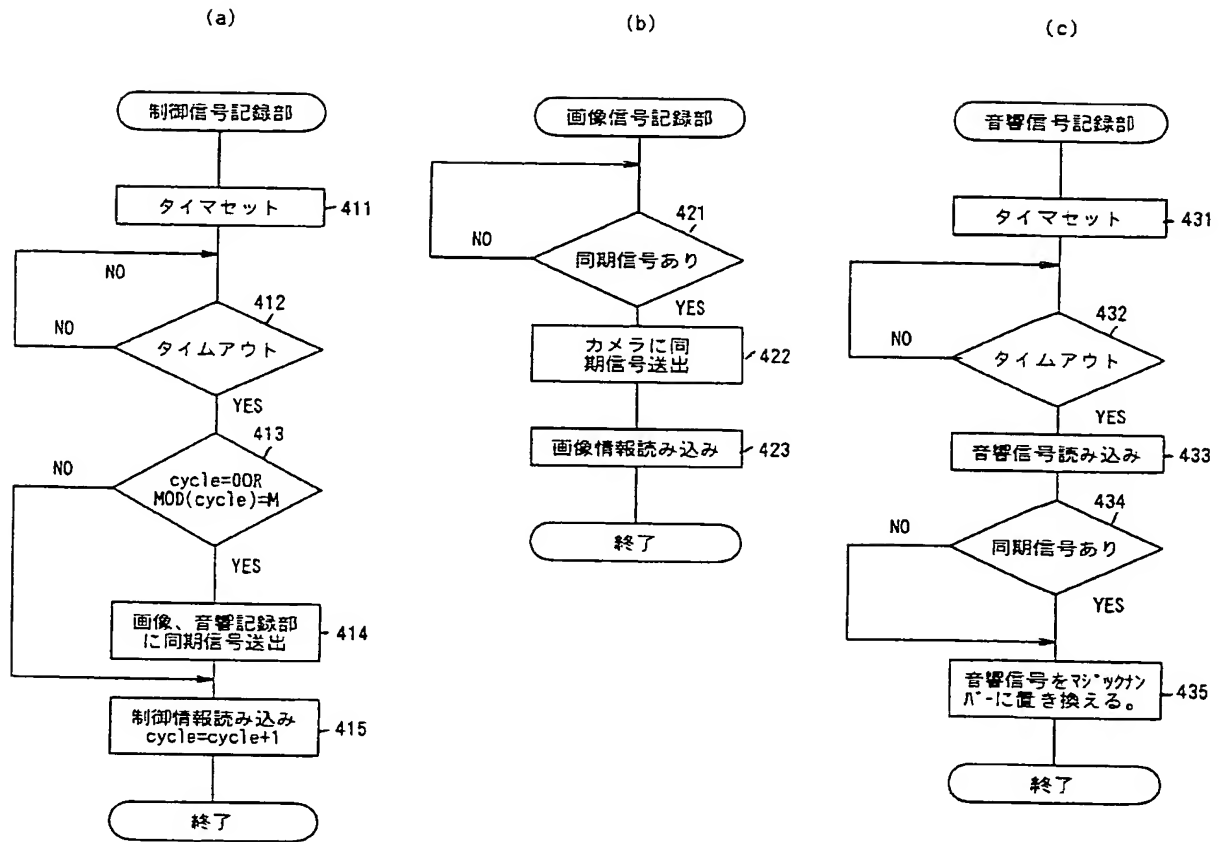


【図23】

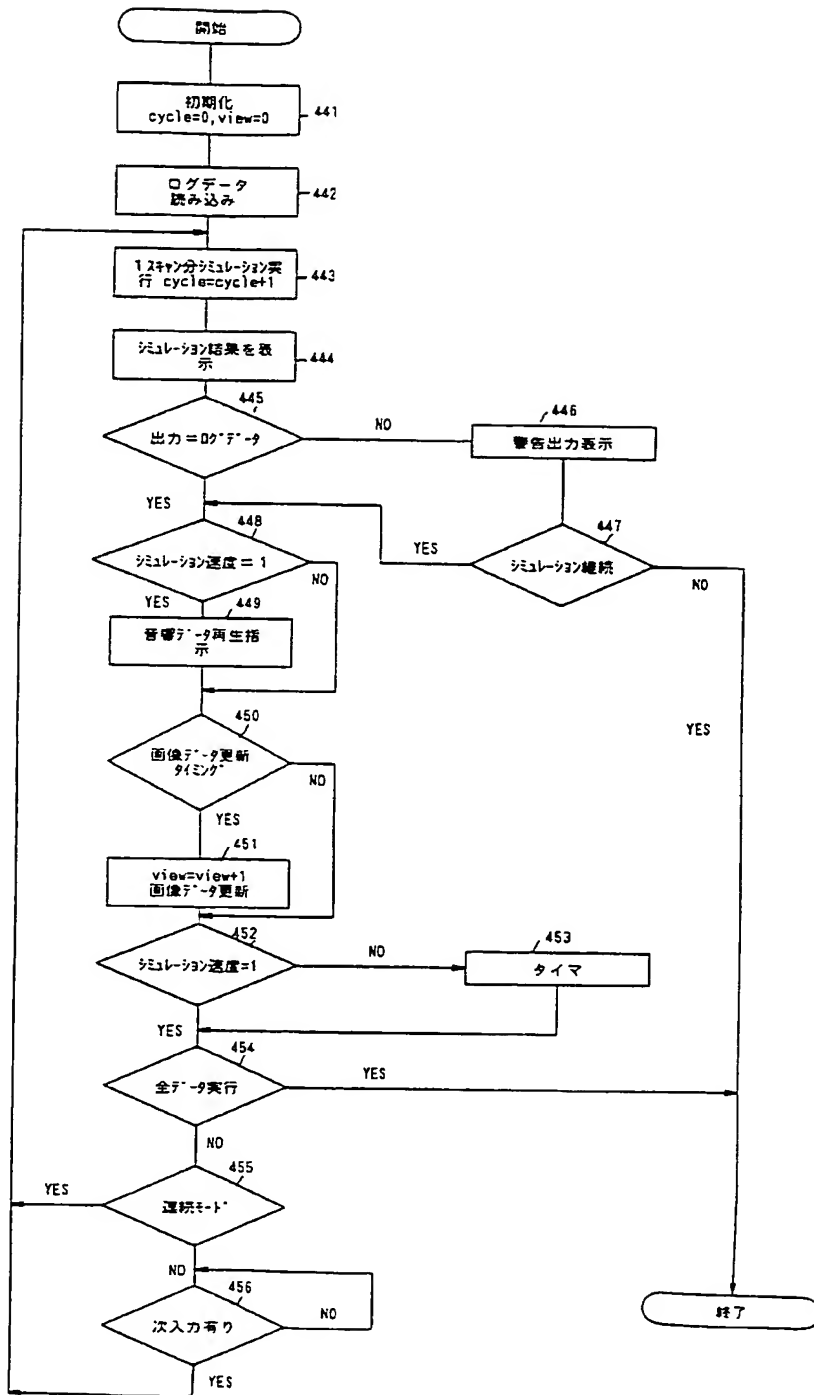
## ロッキング部フローチャート



【図24】



【図 25】



フロントページの続き

(72)発明者 川上 幸浩

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ  
ムロン株式会社内

Fターム(参考) 5B048 AA15 CC02 CC17 DD17  
5H223 AA06 CC03 CC08 DD03 EE06  
FF04 FF05



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**